

Skonsam kranspetsmonterad markberedning och plantering kombinerat med beståndsförnygring

- Jämförelse med traditionell harvning och manuell plantering
efter 20 år

*Gentle crane-mounted scarification and planting
combined with advance regeneration*

*– A comparison with traditional disc-trenching and manual
planting after 20 years*

Peter Johansson

Examensarbete • 30 hp

Jägmästarprogrammet

Rapport från Institutionen för skogens biomaterial och teknologi, 2018:

Umeå 2018

Skonsam kranspetsmonterad markberedning och plantering kombinerat med beståndsförnygring – Jämförelse med traditionell harvning och manuell plantering efter 20 år

*Gentle crane-mounted scarification and planting combined with advance regeneration
– A comparison with traditional disc-trenching and manual planting after 20 years*

Peter Johansson

Handledare: Urban Bergsten, Sveriges lantbruksuniversitet,
Institutionen för skogens biomaterial och teknologi

Bitr. handledare: Lena Jonsson, Skogstekniska Klustret

Examinator: Dan Bergström, Sveriges lantbruksuniversitet,
Institutionen för skogens biomaterial och teknologi

Omfattning: 30 hp

Nivå och fördjupning: Avancerad nivå, A2E

Kurstitel: Master thesis in Forest sciences at Department of
Forest Biomaterials and Technology

Kursansvarig inst.: Institutionen för skogens biomaterial och teknologi

Kurskod: EX0832

Program/utbildning: Jägmästarprogrammet

Utgivningsort: Umeå

Utgivningsår: 2018:13

Serietitel: Rapport från Institutionen för skogens biomaterial och teknologi

Delnummer i serien: 2018:

Elektronisk publicering: <https://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: Skonsam markberedning, virkesproduktion, tillväxt, beståndsförnygring,
röjning

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för skogsvetenskap

Institutionen för skogens biomaterial och teknologi

Sammanfattning

Långsiktiga effekter av skonsam markberedning följt av maskinell plantering har inte testats. Detta arbete utvärderar därför skillnader i stamvolym, stamantal och trädslagsfördelning mellan konventionell harvning (35 - 70 procent markpåverkan) med manuell plantering och riktad skonsam markberedning (12 procent markpåverkan) med mekaniserad plantering (EcoPlanter) efter 20 år i södra Sverige. Samtidigt utvärderas även de ekonomiska effekterna av att spara beståndsförnygring och komplettera med plantering genom användning av ett trehövdat planteringsaggregat som föreslagits som optimalt för kranspetsmonterad mekaniserad plantering.

Markberednings-/etableringsstudien utfördes på 16 bestånd (åtta par), hälften tall och hälften gran. Bestånden anlades 1996-1998 i närheten av Norrköping, data har till viss del nyttjats från en studie utförd 2006 på samma bestånd. För att skattas tillgången av beståndsförnygrade plantor direkt efter en avverkning inventerades plantor i nio nyligen avverkade bestånd i Vimmerbytrakten. De ekonomiska beräkningarna baserades på en kombination av tidigare intervjustudier och simuleringar av mekaniserad plantering och markberedning.

Efter 20 år fanns det ingen signifikant skillnad i stamantal, trädslagsfördelning eller stamvolym varken för gran eller tall mellan harvning och skonsam markberedning. Skonsam markberedning kan alltså ge samma resultat som traditionell harvning med betydligt större markstörning. Det fanns inte heller någon signifikant skillnad i inväxning mellan metoderna, även om minst 30 procent eller cirka 700 av 2200 huvudstammar var inväxta stammar. Beståndsförnygringsanalysen visade att i snitt cirka 426 gran- och 418 lövhuvudstammar per hektar på grantrakter och 135 tall-, 147 gran- och 64 lövhuvudstammar per hektar på talltrakter skulle kunna sparas och bli del av ett nytt bestånd. Enligt de ekonomiska kalkylerna bör cirka 500 – 800 kronor per ha kunna sparas per 100 inväxta eller initialt beståndsförnygrade plantor. Studien visar att det finns en stor potential i att nyttja både beståndsförnygring vid avverkningstillfället och senare inväxta plantor eftersom den största kostnadsfaktorn vid beståndsanläggning är plantkostnaden.

Nyckelord: Skonsam markberedning, virkesproduktion, tillväxt, beståndsförnygring, röjning

Abstract

The long-term effects of gentle soil scarification followed by mechanical planting have not been evaluated. This study, therefore, evaluates the differences in stem volume, stem number and species mix between conventional disc trenching (35 – 75 percent soil disturbance) with manual planting and targeted gentle soil preparation (twelve percent soil disturbance) with mechanized planting (EcoPlanter), after 20 years in southern Sweden. The economic effects of saving advanced generation and complementing it with planting done by the use of a three headed planting device, suggested to be optimal for mechanized crane mounted planting is also evaluated.

The soil preparation study was conducted on 16 stands (eight pairs), half with Scots pine and half with Norway spruce. The stands were established 1996-1998 in the vicinity of Norrköping. Some data were used from a previous study from 2006 on the same stands. Inventory of nine newly clear-cut stands in the vicinity of Vimmerby was conducted to estimate the amount of advanced growth plants remaining directly after clearcutting. The economy calculations are based on the information from a combination of previously conducted interview studies and simulations of mechanical planting and soil preparation.

After 20 years there were no significant differences in stem number, species mix or stem volume, neither for spruce or pine depending on disc trenching or gentle scarification. Gentle soil scarification can thus produce the same result as traditional disc trenching with considerably more soil disturbance. There was not any significant difference in ingrowth between the different techniques, even though almost 30 percent or approximately 700 out of 2200 main species stems had grown in after the new stand was established. According to the analysis on advanced regeneration, on average 426 spruce and 418 deciduous main species stems per hectare in spruce stands, and 138 pine, 147 spruce and 64 deciduous main species stems per hectare in pine stands could be saved and become part of a new stand. According to the economic calculations approximately 500 – 800 Swedish crowns per hectare could be saved for every 100 ingrowth or advance regenerated plants saved. The study shows that there is a large potential in using both ingrown stems and advance regeneration from the clear-cut, as plants are the largest cost factor in stand establishment.

Keywords: Gentle scarification, wood production, growth, advance regeneration, cleaning

Förord

Examensarbetet är utfört åt Skogstekniska klustret under temat ”Markberedningsteknik för både skogsbruk och samhälle. Studien genomfördes i södra Sverige och avsikten var att undersöka om det finns några långsiktiga skillnader mellan främst skonsam markberedning/plantering och mer konventionell markberedning/plantering samt simulera kostnaden för att spara beståndsföryngring med ett trehövdat kranspetsmonterat planteringsaggregat.

Jag vill rikta ett extra stort tack till mina handledare Urban Bergsten, Institutionen för skogens biomaterial och teknologi, och Lena Jonsson, Skogstekniska Klustret, vars stöd och tålamod har varit ovärderligt.

Ett stort tack även till Pär-Ragnar Frank som sparat och delat med sig av statistiken från inventeringen år 2006.

Slutligen vill jag även tacka Anders Tolblad, Plantskolechef Gideå plantskola på Holmen, och Johan Johnsson, Områdeschef i Vimmerby på Södra Skog för hjälpen med att hitta inventeringstrakterna.

Peter Johansson
Umeå 18 juni 2018

Innehållsförteckning

1	Inledning	5
1.1	Bakgrund	5
1.2	Syfte, hypoteser och frågeställningar	11
2	Material och metod	12
2.1	Beståndsstruktur och volym	12
2.1.1	Trakter	12
2.1.2	Inventeringsmetodik	13
2.2	Beståndsförnygring	14
2.2.1	Trakter för plantinventering	14
2.2.2	Inventeringsmetodik plantinventering	15
2.3	Fältstudieanalys – statistisk bearbetning	16
2.4	Ekonomi	18
3	Resultat	21
3.1	Beståndsstruktur och volym	21
3.1.1	Gran	21
3.1.2	Tall	25
3.2	Beståndsförnygring och inväxning	29
3.2.1	Gran	29
3.2.2	Tall	32
3.3	Ekonomi	33
3.3.1	Gran	33
3.3.2	Tall	35
4	Diskussion	38
4.1	Beståndsstruktur och stamvolym	38
4.2	Beståndsförnygring och inväxning	40
4.3	Ekonomi	41
4.4	Styrkor och svagheter	43
4.5	Slutsatser	44
	Referenslista	46
	Elektroniska källor	52
	Personlig kommunikation	54
	Bilagor	55

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Maskinell markberedning är den första och vanligaste förnygringsåtgärden i dagens skogsbruk (Nilsson et al. 2012), under de senaste fem åren användes harvning i genomsnitt på cirka 59 procent av den markberedda marken i Sverige (Riksskogstaxeringen 2018). Beroende på aggregattyp och markberedningsintensitet påverkar markberedningen cirka 35-75 procent av markytan (Bäcke et al. 1986; Charlesworth et al. 1996; Prévost, 1997; Mattsson et al. 2002). Detta trots att den markstörning som är tillräcklig för bra plantöverlevnad och tillväxt oftast är betydligt lägre. Goda resultat erhålls vid riktad markberedning med en storlek per planta mellan 0,4×0,4 meter till 0,5×0,5 meter (Skogforsk 2016a; Johansson et. al 2013; Mattsson 2002; Örlander et al. 1991; Söderström et. al 1979). Vid ett plantantal om cirka 2000 per hektar med en 0,25m² (0,5×0,5 meter) stor planteringspunkt per planta skulle det rent teoretiskt inte behöva bli mer än cirka fem procent markstörning för en invers/fläck eller ungefär tio procent för högläggning.

I studier skiljer sig andelen påverkad markyta dock betydligt från den teoretiska nivån på fem procent. De metoder med mindre markpåverkan som används idag, exempelvis som invers och traditionell högläggning har cirka 35 procent påverkan (Bäcke et al. 1986), fräsning/högläggning med HuMinMix-aggregat 10 -15 procent påverkan (Roturier 2010). Inversmarkberedningens påverkan är skattad från Hallsby och Örlander (2004) som fann marginella skillnader mellan inversens och högläggningens markpåverkan. Samtidigt borde inversmetodens påverkan vara mindre, förutsatt allting annat är lika. Detta då ytorna som bereddades i studien var 0,7×0,7 meter för invers och 1,4×0,7 meter per planteringspunkt för högläggning. Det är emellertid svårt att dra generella slutsatser från olika studier då de gjorts med olika maskiner, olika metodik etc. En intermittent metod bör dock ge mindre markpåverkan än kontinuerliga metoder som exempelvis harvning (Skogforsk 2016a).

Markberedning används för att förbättra överlevnaden och tillväxten för plantorna samtidigt som det ökar näringstillgången (Johansson et al. 2013; Uotila et al. 2010; Mattsson & Bergsten 2003), reducerar konkurrerande vegetation (Nilsson et al. 2010; Örlander et al. 1990) och angrepp av snytbagge (Nordlander 2008). På något längre sikt verkar inversmarkberedning ge en högre tillväxt (Johansson et al. 2013) än högläggning, tätt följt av (Uotila et al. 2010; Saksa et al. 2005) eller likvärdigt med harvning (Mattsson et al. 2002; Örlander et al. 1998). Markberedning med fräsning för högläggning skapar, liksom konventionell högläggning, tre planteringspunkter, i gropen, i högen och halvvägs upp på högen (Charlesworth et al. 1996), liknande dem som skapas vid harvning. Uppfrästa högar med blandad mineraljord är relativt porösa och kan gynna snytbaggar jämfört med rena mineraljordsfläckar (Charlesworth et al. 1999), dock är humus blandad med mineraljord ett bättre tillväxtsubstrat för plantan än ren mineraljord (Hallsby 1994).

Markberedning kan i vissa fall även öka andelen inväxning, naturlig föryngring och minska beståndsföryngring i planteringarna. Vid tester med harvning i enkelt och dubbelt spår minskade beståndsföryngrade plantor med mellan 50 – 60 procent. Samtidigt dubblades inväxt löv för ett harvspår och tredubblades vid dubbla spår, jämfört med ingen markberedning (Prévost 1997). Naturlig föryngring av björk har i vissa fall ökat i samband med att markberedning används (Karlsson et al. 2002), Uotila (2010) uppmätte cirka 50 procent mer inväxt löv efter harvning jämfört med högläggning. Markberedning i samband med ett rikt fröår har visat sig ha en kraftigt positiv inverkan på antalet föryngrade plantor av gran och tall (Fløistad et al. 2018; Beland 2000; Karlsson & Örlander 2000). Alltför många stammar kan höja röjningskostnaden avsevärt vilket påverkar de totala skötsel-kostnaderna negativt (Skogs-kunskap 2016a).

Radikal markstörning är ofta negativ för markvegetationen (Bergsted 2008; Newmaster et al. 2007; Haeussler 2002, 1999; Ericsson & Raunistola 1990) och vattenmiljön (Porvari et al. 2003; Bishop et al. 2009). När det övre humuslagret avlägsnas sker en förändring i den lokala plantsammansättningen från perenner och lokalt återkommande växter till pionjärer samt invasiva arter (Haeussler 2002). Markberedning med stor markpåverkan, som även kan reducera mängden död ved, ger mindre variation i arter (Newmaster et al. 2007). Ett nyupptaget hygge, med kvarlämnade hyggesrester och färsk markberedning är även negativt för det estetiska intrycket (Skogsstyrelsen 2017; Holgén 1999) och har i studier visat sig ge det lägsta betyget för friluftsliv (Hörnsten 2000).

Ett exempel på teknikutveckling mot skonsammare markberedning kombinerat med plantering är planteringsaggregat EcoPlanter (Figur 1) (i fortsättningen benämnt EP). Aggregatet är kranspets-monterat vilket gör det lättare att spara beståndsförnygring och undvika hinder (Charlesworth et al. 1996; Mattsson et al. 1996). EP är försett med ett plantbord, två planteringsarmar samt två fräshjul som simultant skapade två högar bestående av blandad mineraljord och organiskt material (Charlesworth et al. 1999; Åhlund 1995).



Figur 1. Ecoplanter (Foto Bergsten, Urban).

Figure 2. Ecoplanter (Photo Bergsten, Urban).

Markstörningen med EP liknar den vid högläggning och påverkar ungefär $0,8 \times 0,5$ meter per planta (Åhlund 1995). Andelen påverkad mark vid försöksplantering bedömdes till cirka 12 procent (Charlesworth et al. 1996), samtidigt som hänsyn till befintlig beståndsförnygring påverkade tidsåtgången per planterad planta marginellt (Mattsson et al. 1996; Åhlund 1995). Med riktad kranspetsmonterad markberedning bör det med andra ord vara enklare att beakta befintlig beståndsförnygring än vid konventionell harvning.

Beståndsförnygringen avlägsnas vanligtvis i en hyggesröjning/förröjning innan slutavverkning, detta då den kan försvåra avverkningen (Kärhä 2006) och ställa till problem vid grotskotning (Skogskunskap 2016b). Det finns historiskt sett en skepsis mot att lämna beståndsförnygring på grund av blandade resultat (Andersson 1988). Skogsstyrelsen (2018) rekommenderar dock att gran- och tallplantor upp till en meter kan lämnas för att bli en del av det nya beståndet. En studie på tall visar att

oskadade lämnade plantor större än tio centimeter började växa redan första året de friställdes, mindre plantor kom igång först andra året (Sundkvist 1993). För gran varierar resultatet men flera studier visar att undertryckta plantor hämtar sig och börjar växa två till sju år efter friställning (Metslaid 2005a; Gnojek 1992; Andersson 1988). Tillväxten ökar med graden av friställning och minskar med hur länge och hur mörkt plantorna växte tidigare (Metslaid 2005a). Efter cirka fem år hade granens barr återanpassat sig till ljuset (Metslaid 2005b). Beståndsföryngrade plantor klarar ofta en succesiv friställning bra då de har väl etablerade rotsystem (Glöde & Sikström 2001). Vid en direktfriställning i samband med slutavverkning klarar sig plantor mindre än 50 centimeter sämre och många plantor dör av körskadorna, ristäck, snytbagge eller torkstress (Eliasson et al. 2003; Glöde & Sikström 2001; Örlander & Karlsson 2000; Sundkvist 1994). För tall var dödligheten för beståndsföryngring med höjden < 20 cm cirka 43 procent, 39 procent för 20 – 30 cm och 32 procent för 30 – 50 cm, efter två tillväxtsåonger i en studie av Sundkvist (1994). Motsvarande siffror i en studie för friställd gran (Örlander & Karlsson) var att cirka 90 procent av plantor kortare än 20 cm, 80 procent av plantor 20 – 50 cm och 25 procent av 50+ plantorna dog inom två år. Det verkar alltså finnas ett tydligt positivt samband mellan plantstorlek och överlevnad för beståndsföryngrade plantor som friställs efter en avverkning. Man får också beakta att antalet plantor kan vara stort och att det är normalt med hög omsättning av plantor vid naturlig föryngring. Erefur et al. (2007) visade i en studie att överlevnaden av de frön som grodde första året var cirka 30 procent för gran- och 20 procent av tallplantorna efter fyra år. Förutom initial beståndsföryngring spelar även inväxningen efter anläggning av beståndet en viktig roll för föryngringsresultatet. Studier visar att efter fem till tio år utgör inväxta huvudstammar i snitt cirka 20 – 33 procent av huvudstammarna i bestånden (Bergqvist et al. 2011; Ackzell et al. 1994).

Utvecklingen av planteringsaggregat är ett försök att rationalisera och mekanisera plantering och markberedning likt den effektivisering som steget från motormanuell huggning till skördare inneburit (Thor & Thorsén 2014). Maskinell plantering har dock haft svårt att hävda sig ekonomiskt jämfört med manuell plantering (Laine 2017; Saksa 2016; Ersson 2010; Rantala et al. 2009). Resultat från planteringsmaskiner har i senare studier visat sig ge bättre plantöverlevnad och högre kvalitet på planteringarna (Saksa 2016; Ersson & Petersson 2014, 2013; Sönsteby & Kohmann 2003) förmodligen tack vare djupare och mer enhetlig plantering än vid manuell plantering (Laine 2017). Planteringsaggregat används idag relativt lite och utgör exempelvis endast cirka fem procent av den totala planteringen i Norden (Rantala et al. 2009) eller 3,5 procent totalt i Finland (Saksa 2016). Ersson (2010) visade i en studie att riktad mekaniserad markberedning med plantering var

cirka 25 procent dyrare än det manuella alternativet i Södra Sverige. I en finsk studie visar Laine (2017) att mekaniserad plantering med markberedning är billigare än högläggning följt av manuell plantering men han förespråkar kontinuerlig mekaniserad plantering för att öka produktiviteten. Det kan dock på sikt finnas en marknad för mekaniserad markberedning med plantering då de manuella kostnaderna ökar, speciellt i södra Sverige (Skogforsk 2016b; Ersson 2010). Det finns även utrymme för effektivitetsförbättringar vad gäller exempelvis plantförsörjning och laddning av aggregat (Laine 2017; Ersson et al. 2014a).



Figur 2. Trehövdad planteringsaggregat med markberedning (Foto Bylund, Benjamin).

Figure 2. Three headed planting device with soil preparation (Photo Bylund, Benjamin).

För att ta nästa steg i den tekniska utvecklingen har Bylund (2015) designat ett riktat trehövdad planteringsaggregat (Figur 2) som kan höglägga och inversmarkbereda med högre produktivitet än de som finns på marknaden idag. Aggregatet kan undvika hinder genom att lyfta på ett eller två av huvudena samtidigt och det ska gå att montera på alla maskiner med kran. Designen baserar sig bland annat på simuleringar från Ersson et al. (2014b) och Ersson (2013) vilka visade att mekaniserad markberedning och plantering bör vara kranspetsmonterat på en kran men med ett trehövdad aggregat. Fler kranarmar och fler huvuden än tre gav inte ett bättre resultat, samt att antalen hinder hade en särskilt negativ inverkan på produktiveten för det aggregat med flest huvuden (Ersson et al. 2014b; Ersson 2013; Rantala et al. 2009). Om aggregatet förses med ett effektivt system för att fylla på plantor kan produktiviteten förmodligen öka med åtta till nio procent (Ersson et al. 2014a)

Intermittenta metoder och anpassad intensitet av markberedningen beroende på ståndort är sedan 2010 en del av den Svenska FSC standarden, vilket innebär att det också ingår i de större skogsbolagens åtagande för ett ansvarsfullt skogsbruk (FSC 2010). Markberedning är just nu en aktuell fråga och det finns skilda synsätt på hur bra markberedningen faktiskt utförs. Bolagen är relativt nöjda medan exempelvis naturskyddsföreningarna ofta tycker att markberedning får avverkningarna att se ut som krigszoner (Land Skogsbruk 2018). Då Skogsvårdslagen (2010) endast stipulerar att plöjning är förbjudet överväger skogsstyrelsen nu om det är dags att kontrollera markberedningen som används och vad som utgör en rimlig markstörning (Land Skogsbruk 2018).

För att kunna gå vidare med utveckling av teknik för mer flexibla föryngringsstrategier och nyttjande av beståndsföryngring där så är möjligt är det viktigt med långsiktig uppföljning av föryngrings- och volymproduktionsresultat. Föryngring och tillväxt med EP har tidigare utvärderats tio år efter plantering av Frank (2006), där resultaten var likvärdiga med harvning och manuell plantering. Detta arbete avser därför att undersöka om det finns några långsiktiga skillnader mellan fräst skonsam markberedning/plantering och mer konventionell markberedning/plantering samt simulera kostnaden för att spara beståndsföryngring med ett trehövdat kranspetsmonterat planteringsaggregat.

1.2 Syfte, hypoteser och frågeställningar

Syftet med examensarbetet är att jämföra stamantal, trädslagsfördelning, samt volymproduktion mellan skonsam markberedning inklusive maskinell plantering, med EP, med konventionell harvning och manuell plantering, efter 20 år i södra Sverige. Ytterligare ett syfte är att kvantifiera den eventuella kostnadsbesparing som kan göras om befintlig beståndsförnygring (vid avverkningstillfället och över tid) kan nyttjas och bli en del av förnyringen.

Hypoteser

- Det finns ingen skillnad i trädslagsfördelning eller stamvolym på lång sikt (20 år) mellan skonsam riktad kranspetsmonterad markberedning/plantering och konventionell mark-beredning/harvning följt av manuell plantering.
- Det går att vara mer skonsam och samtidigt spara pengar genom att kombinera naturlig-förnygring/beståndsförnygring med riktad artificiell förnygring, det vill säga kranspets-monterad markberedning/plantering med liten markpåverkan.
- Riktad maskinell skonsam markberedning/plantering kan ge kostnadsbesparing även vid röjning eftersom beståndsförnygring nyttjas istället för att röjas bort och oönskad lövförnygring minskas tack vare mindre exponering av mineraljord jämfört med konventionell harvning.

Frågeställningar:

1. Finns det skillnader i beståndsstruktur och stamvolymproduktion mellan metoderna efter 20 år?
2. Finns det skillnad i trädslagsfördelning? Hur många huvudstammar har ersatts av naturligt förnygrat löv efter röjning? Skiljer det sig mellan gran och tall?
3. Hur många beståndsförnygrade plantor i olika utvecklingsfaser/storlek skulle kunna sparas med mindre intensiv markberedning?
4. Hur påverkar antalet lämpliga beståndsförnygrade huvudplantor per ha kalkylen för ett riktat planteringsaggregat med kombinerad skonsam markberedning, baserat på ett trehövdat aggregat (Ersson et al. 2014b)?

2 Material och metod

Arbetet är uppdelad i tre delstudier, en jämförelse av markberedningsmetoderna efter 20 år, en plant-inventering innan markberedning och en ekonomisk jämförelse mellan metoderna. Den första delen är en uppföljning av Pär-Ragnar Franks examensarbete om EP från 2006 (Frank 2006). Den andra delen av studien är en separat inventering av antalet beståndsförnygrade plantor som finns kvar efter genomförd slutavverkning. Urvalet av trakter är gjort för att få en så god jämförelse som möjligt mellan trakterna.

2.1 Beståndsstruktur och volym

2.1.1 Trakter

Det var ungefär 10 år sedan den tidigare undersökningen genomfördes, vilket gjorde det möjligt att undersöka eventuell inverkan på den långsiktiga virkesproduktionen. De bestånd som har inventerats är samma bestånd som Pär-Ragnar Frank inventerade 2006 (Frank, 2006). Markerna är belägna i Östergötland inom Holmen Skog AB:s Norrköpingsdistrikt. Ytorna har matchats i par där EP-trakternas trädslag, ståndortsindex, planteringsår och plantmaterial har styrt urvalet av likartade harvade bestånd (Frank, 2006).

I både de harvade och EP planterade tallbestånden har Hiko-planter (kassett, täckrot) använts. För gran användes Hiko till EP bestånden medan de harvade bestånden främst planterades med Svepot-planter (kassett, täckrot) (Frank, 2006). Enligt Holmens skötselhistorik bör samtliga planter ha varit snytbagge-behandlade och alla bestånd röjts minst en gång sedan plantering (Östman, 2017). Av de ursprungliga 28 bestånden omfattar arbetet nu 16 bestånd eller åtta par, varav fyra är tall (Tabell 1) och fyra är gran (Tabell 2, Figur 4). De exkluderade trakterna har i några fall uteslutits då de ansågs vara ståndortsmässigt dåliga par enligt Frank (2006), några

områden hade försvunnit (de hade slagits samman med andra områden och gick ej att återfinna i Holmens data) och några avdelningar hade omplanterats. Samtliga bestånd är röjda.

Tabell 1. Urval talltrakter

Table 1. Selection of pine stands

EP – Skonsam				Harv - Referensbestånd			
Par	Bestnr.	Planteringsår	SI	Par	Bestnr.	Planteringsår	SI
3	650149-0837	1996	T20	3	650150-6502	1996	T22
4	650148-6337	1996	T22	4	651151-7435	1996	T22
5	650148-6047	1996	T24	5	650148-4143	1996	T24
7	651150-4839	1996	T25	7	651151-8395	1996	T25

Tabell 2. Urval grantrakter

Table 2. Selection of spruce stands

EP – Skonsam				Harv - Referensbestånd			
Par	Bestnr.	Planteringsår	SI	Par	Bestnr.	Planteringsår	SI
8	651146-3154	1997	G28	8	652150-5420	1997	G28
10	649149-9233	1997	G29	10	651149-7254	1997	G29
11	650153-9854	1997	G29	11	651151-0525	1997	G29
14	651150-9674	1997	G28	14	650148-3346	1997	G29

2.1.2 Inventeringsmetodik

Provytorna slumpades ut på GIS-kartan med jämnt spridda koordinatpunkter och inom varje bestånd inventerades fem 100 kvadratmeter stora ytor (radie 5,64 meter) (Frank, 2006). Avståndet mellan ytorna ökade eller minskade med storleken på bestånden. Inventeringen utfördes i augusti 2017.

Inom varje provyta valdes det grövsta/högsta trädet med bäst tillväxt ut för att mäta höjd och diameter. Samma sak gjordes för ett slumpat provträd inom varje cirkelprovyta samt om möjligt även för ett träd av varje självföryngrat trädslag. Volymen beräknades med Näslund och Hagbergs (1950) funktioner för södra Sverige och provträden användes för att göra en funktion för de övriga trädens volym.

I övrigt registrerades:

Provträden:	Diameter i brösthöjd (brh) Höjd
Provytorna:	Totalt antal träd över 1,3m brh Totalt antal träd under 1,3m brh Antal självföryngrade stammar under 1,3m brh, per art Diameter för alla barrträd över 1,3m brh Diameter för alla lövträd över 1,3m brh

Då samtliga ytor var röjda utfördes även en stubbinventering för att försöka uppskatta volym och trädslagsfördelning före åtgärd. En 100 kvadratmeter stor cirkelprovyta per bestånd inventerades, vilken slumpades fram varefter trädslag och diameter på stubbarna inventerades. Träd med en diameter mindre än 45 millimeter räknas inte till huvudstammarna. På mindre buketter räknades bara det grövsta skottet om det var över 1,3 meter högt.

2.2 Beståndsföryngring

2.2.1 Trakter för plantinventering

För undersökningen valdes fyra talltrakter och fyra grantrakter ut (Tabell 3). De valda bestånden är belägna i den nordvästra delen av Kalmar län inom Södra skogs verksamhetsområde i Vimmerby (Figur 4). För att kunna jämföra med trakterna i markberedningsstudien valdes områden med ett liknande ståndortsindex, för tall T22-26 och för gran G28-30. Trakterna var avverkade samma år som inventeringen genomfördes för att minimera eventuell avgång och underväxt. De skulle inte heller vara markberedda eller planterade.

Då i princip samtliga trakter förröjdes/hyggesrensades innan slutavverkning kunde oröjda trakter inte inventeras. Dock skall enligt Södras röjningsstandard alla träd med en höjd under 0,5 meter lämnas, samt att lägre plantuppslag av gran och tall sparas för att ingå i det nya beståndet (Södra 2016a). Under inventeringen visade det sig även att en av talltrakterna var skärmställd istället för kalavverkad. Antalet trakter för tall är därför fyra istället för fem.

Tabell 3. Tall och granbestånd använda för plantinventering**Table 3.** *Pine and spruce stands for plant survey*

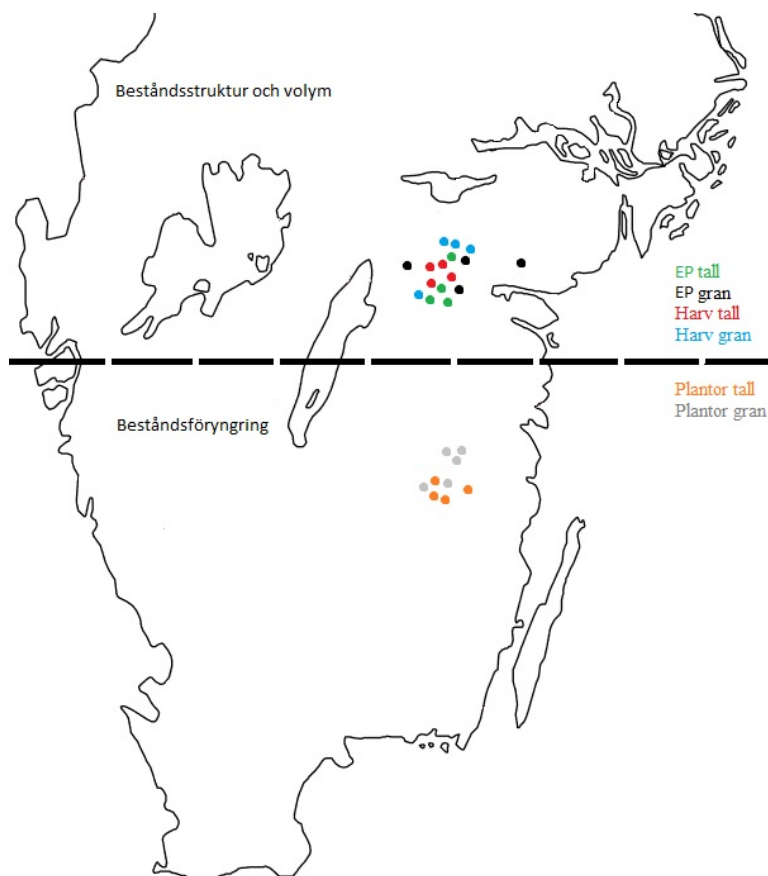
Tall				Gran			
Bestånd	Bestnr.	Av- verkningsår	SI	Bestånd	Bestnr.	Av- verkningsår	SI
1	216747-9P-13	2017	T22	1	245593-5P-10	2017	G28
2	392154-5P-10	2017	T26	2	935271-5P-10	2017	G28
3	216747-9P-10	2017	T22	3	392154-5P-10	2017	G30
4	223917-5P-10	2017	T24	4	104620-6P-11	2017	G30
-	-	-	-	5	488755-5P-10	2017	G28

2.2.2 Inventeringsmetodik plantinventering

Inventeringen utfördes i enlighet med Holmen skogs instruktioner för plantinventering och plant-skogskontroll (Holmen 2015). På grund av tidsbrist kombinerades den med Södras riktlinjer för att minska antal provytor per bestånd (Södra 2016b), vilket gjorde inventeringen snabbare.

Cirkelprovytor med radien 1,78 meter användes vilket ger tio kvadratmeter stora ytor. Dessa placerades med varierande förbandsstorlek (kvadratisk förband) beroende på bestånd. I mindre bestånd än en hektar användes 7 cirkelprovytor och 10-15 stycken i de bestånd större än en hektar (Södra 2016b). Första provytan förlades 40 steg in från beståndsgården och halva provytförbandets storlek, därefter stegades provytorna upp med hjälp av kompass. Impediment har undvikits och ytor som har fallit delvis utanför beståndet har lyfts in istället för att speglas.

Plantorna registrerades i kategorierna 0-0,5dm, 0,5-1dm, 1-2dm, 2-3dm, 3-5dm och 5dm+. Detta gjordes per trädslag och för samtliga plantor. Det gjordes även en separat bedömning av antalet huvudstammar vilket enligt Holmens standard medför att endast en planta inom en cirkel med radien 0,6 meter får räknas. De skall vara minst en decimeter höga och ur skaderisksynpunkt kunna klara sig väl. Ingen hänsyn har tagit till föryngringens ålder, endast höjd och vitalitet har beaktats.



Figur 3. Geografisk översikt av beståndens geografiska placering, den streckade linjen separerar de två inventeringarna (Lantmäteriet 2018).

Figur 3. Geographical location of the inventoried stands, with a line separating the two surveys (Lantmäteriet 2018).

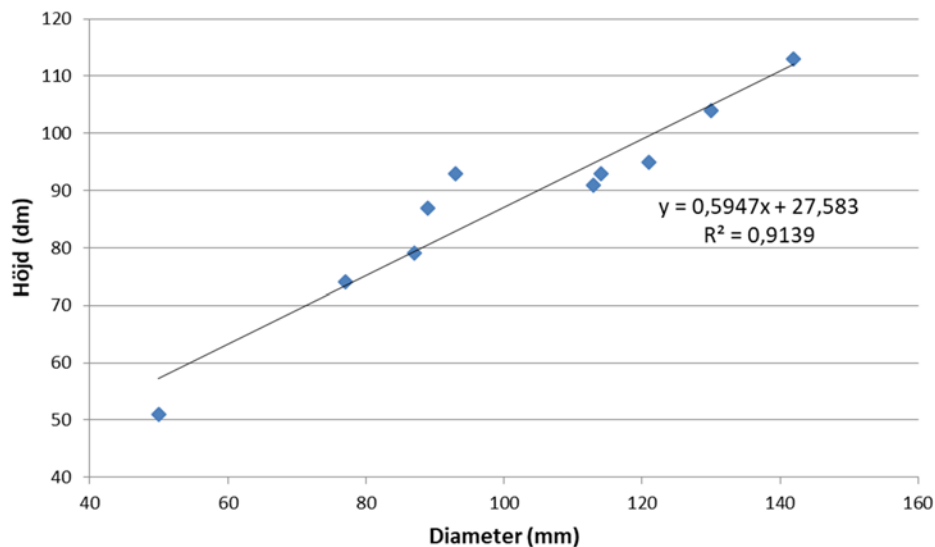
2.3 Fältstudieanalys – statistisk bearbetning

För att undersöka eventuella skillnader mellan metoderna användes variansanalys i form av envägs ANOVA. Beräkningar utfördes i dataprogrammet Minitab 17.3.1 (Minitab 2016) och signifikansnivån 0,05 har använts vid samtliga analyser. Data-materialets normalfördelning kontrollerades med hjälp av histogram.

Total produktion

För att beräkna den totala volymen användes en kombination av formler beroende på om trädens diameter var över eller under 45 millimeter i brösthöjd. För tall, gran och björk under 45 millimeter diameter användes Sven-Olof Anderssons tabeller för kubering av småträd för södra Sverige (Andersson 1954). För träd större än 45 millimeter användes Brandels funktioner för enskilda träd (Brandel 1990).

Höjden för varje enskilt träd beräknades med hjälp av funktionen mellan diameter i brh och höjd baserat på provträden från respektive bestånd (Figur 4). Motsvarande funktion för höjden hos björk gjordes med hjälp av mätvärden från alla gran och tall bestånd, då antalet inväxta björkar var för få för att plotta en funktion för varje enskilt bestånd.



Figur 4. Funktion för sambandet mellan höjd och diameter för gran med en diameter över 45 millimeter.

Figure 4. Function for correlation between height and diameter for spruce with a diameter over 45 millimeter.

Inväxning

Höjden på gran, tall och björk med en diameter grövre än 45 millimeter har beräknats med hjälp av de beståndsvisa framtagna funktioner utifrån de inmätta provträden. Björkar under 45 millimeter i diameter har likt tidigare skattats med en gemensam funktion från samtliga bestånd.

För små träd av gran och tall med en diameter under 45 millimeter hade höjderna inte registrerats. För att skatta höjden på dessa användes istället Pär-Ragnars originaldata från 2006, vilket innehöll värden både för inväxning och huvudträdsdag (Frank, 2006). Från inväxningen skapades en funktion vardera för de inväxta plantorna av gran och tall. Dock gjordes ett påslag på 1,1 meter i funktionerna, då Pär-Ragnars data var mätt 20 centimeter upp från marken och inte i brösthöjd.

Röjning

Stubbinventeringens trädhöjder har även de beräknats med hjälp av Pär-Ragnars data (Frank, 2006). För diametrar över 45 millimeter användes data från huvudträds-lagets provträd och för stubbar under 45 millimeter användes enbart data från in-växta plantor.

2.4 Ekonomi

För att uppskatta hur antalet lämpliga beståndsförnygrade huvudplantor per hektar påverkar kalkylen för ett trehövdat riktat planteringsaggregat med kombinerad skonsam markberedning behövs en kostnadsuppskattning (tabell 4). Ingångsvärden för maskinkalkyl och aggregat är hämtade från Johanssons (2016) studie om meka-niserad plantering. Samtliga priser har räknats upp med inflationen sedan 2016, vil-ket motsvarar 2,94 procent (SCB, 2018). Kostnaden för reparation av basmaskinen har höjts med tio procent då aggregatet väger mer (884 kilo utan och cirka 1554 kilo med plantor samt planterings hållare (Bylund 2015)) och slitaget därmed borde öka. Samma sak för service och reparation av aggregatet, då kostnaden här istället har dubblerats med motiveringen att det borde finnas rationaliseringsmöjligheter istället för att tredubbla kostnaden. Dieselskostnaden har höjts med tio procent med moti-veringen att tyngre aggregat borde öka kostnaden. Planthanteringskostnaden har också dubblerats med samma motivering som för servicekostnaden av aggregatet. Restvärde och flytt-kostnader av basmaskinen är exkluderade och antalet produktiva timmar för plantering per år är uppskattat till 1250.



Figur 5. Bracke P11.a enhövdad aggregat (Foto Bracke Forest AB).

Figure 5. Bracke P11.a singel headed planting device (Photo Bracke Forest AB).

Investeringskostnaden för ett trehövdad aggregat har beräknats utifrån kostnaden för ett Bracke P11.a (Figur 5) enhövdad aggregat (Johansson, 2016). Vinstpåslaget på ett planteringsaggregat har uppskattats från Bracke Forest ABs bruttovinsmarginal åren 2014-2016 (Allbolag, 2018) till cirka 37 procent. Kostnaden för ett P11.a enhövdad aggregat har subtraherats med 37 procent och sedan multiplicerat med tre och sedan räknats upp med samma vinstmarginal för att få investeringskostnaden för ett teoretiskt trehövdad aggregat. I kostnaden ingår endast lön för operatören, om en entreprenör inte äger och kör maskinen själv bör kostnaderna belastas med ytterligare 5 – 10 procent.

Tabell 4. Maskinkalkyl för en ny basmaskin plus ett trehövdat aggregat utan restvärde
Table 4. Machine cost for a new base machine plus a three headed planter head, no book residual value

Volvo EC 160 (kr)	1 338 220
Aggregat trehövdad (kr)	1 112 995
Övrig utrusning (kr)	72 058
Total kapitalkostnad	2 523 273
Ränta (%)	0,05
Drifttid (år)	7
Annuitetsfaktor	0,17
Produktiva timmar (G15-h/år)	1 250
Kapitalkostnad med ränta (kr/h)	349
Basmaskin reparation & service (kr/h)	49
Aggregatet reparation & service (kr/h)	33
Administration (kr/h)	19
Personalkostnad inklusive resor (kr/h)	309
Diesel (kr/h)	113
Planthantering (kr per h)	77
Timkostnad (kr/G15h)	948

Produktiviteten för ett trehövdad aggregat är för en simulerad standardtrakt i Södra Sverige och är hämtad från Ersson et al. (2014) produktivitets simuleringar av månghövdade planteringsmaskiner. Värdena som används är för 1500, 2000 och 2500 plantor per hektar planterade med högläggning. För att simulera ökad tidsåtgång vid valet av planteringspunkt beroende på andelen inväxta plantor, uppskattades den ökade tidsåtgången per planta utifrån den tid det tog att undvika en stubbe (Ersson et al. 2014b). Flyttkostnad ingår inte i kalkylen. Vid manuellplantering på ej markberett hygge saknades data för eventuellt ökad tidsåtgång, och därför har tid per planta räknats upp med samma ökade tidsåtgång som för det trehövdade aggregatet.

Manuella planteringskostnader och markberedningskostnader i södra Sverige är hämtade från Skogs-sällskapet (2018) och uppräknade med 2,94 % (SCB, 2018). Plantpriserna exklusive moms är för genomsnittliga plantor, det vill säga inte de mest förädlade och är hämtade från Södra skogsägarnas plantprislista (Södra, 2018). Vid manuell plantering används vanligen en dyrare pluggplussett planta då den planteras utan markberedning. Att plantera utan markberedning antas ta längre tid och kostnaden per planta är därför uppräknade med samma tidsökning per antal hinder som för mekaniserad plantering. Mekaniserad plantering använder konsekvent täckrot för plantering

3 Resultat

3.1 Beståndsstruktur och volym

3.1.1 Gran

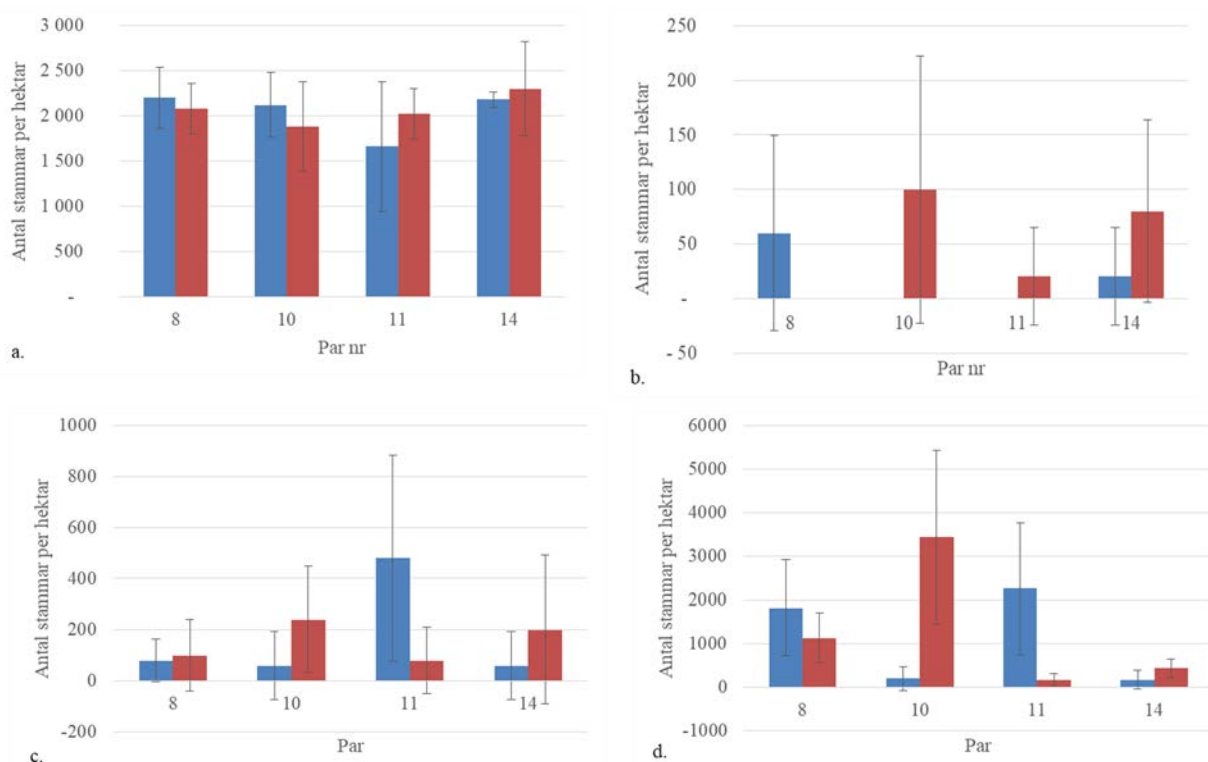
Bestånd med huvudträdslaget gran visade inga signifikanta skillnader mellan de två markberednings-metoderna vad gällde antalet stammar per hektar (Tabell 5). Det vill säga, nollhypotesen gick ej att förkasta för någon av nedan nämnda kombinationer. Markberedningsmetoden har generellt låg förklaringsgrad sett till determinationskoefficient (R^2).

Tabell 5. Antal stammar per hektar i granbestånd, av olika kategorier inklusive inväxning

Table 5. Number of stems per hectare in spruce stands, of different categories including ingrowth

EP vs Harv	F-Värde	P-Värde	R ²
Huvudträdsdag > 45 mm	0,03	0,88	0,42 %
Huvudträdsdag < 45 mm	0,43	0,54	6,67 %
Övrigt barr > 45 mm	0,16	0,70	2,64 %
Övrigt barr < 45 mm	0	1,00	0 %
Löv > 45 mm	1,17	0,32	16,36 %
Löv < 45 mm	0,03	0,87	0,49 %
Totalt + stubbar	1,29	0,30	17,68 %
Totalt – stubbar	0,01	0,91	0,24 %
Inväxning totalt > 45 mm	0,15	0,71	2,46 %
Inväxning totalt – stubbar	0	0,94	0,10 %
Inväxning totalt + stubbar	1,00	0,33	16,00 %
Inväxning totalt övrigt barr	0	0,73	2,11 %
Inväxning totalt löv	0	0,85	0,67 %

Generellt sett var antalet huvudstammar per hektar för gran relativt lika för de olika bestånden. Par elva avviker något, men inte signifikant från de andra bestånden. Det EP planterade beståndet i par elva hade en betydligt större andel inväxning (Figur 6) än de andra paren, nästan tjugo procent av huvudstammar utgjordes där av inväxt tall. Variationen inom bestånden var relativt hög främst vad gäller andelen löv, vilket standardavvikelsen visade, trots det fanns ingen signifikant skillnad vad gäller beståndsstruktur. Det fanns dock skillnader mellan paren, exempelvis hade den harvade delen av par tio betydligt fler lövstammar än övriga bestånd och antalet inväxta barrstammar i EP delen av par elva var betydligt högre. Det är intressant att notera att dessa skillnader var signifikanta redan i Franks (2006) studie tolv år tidigare och att skillnader kvarstår trots utförda röjningsåtgärder.



Figur 6. Parvis jämförelse av antal stammar per hektar mellan harvade (röd) och EP (blå) planterade granbestånd med standardavvikelse. a) Antal huvudträdsstammar med en diameter > 45 mm. b) Antal inväxt löv med diameter > 45 mm. c) Total inväxning med diameter > 45 mm, huvudträdsstammar exkluderade. d) Total inväxning löv alla diameterklasser > 1,3m brh.

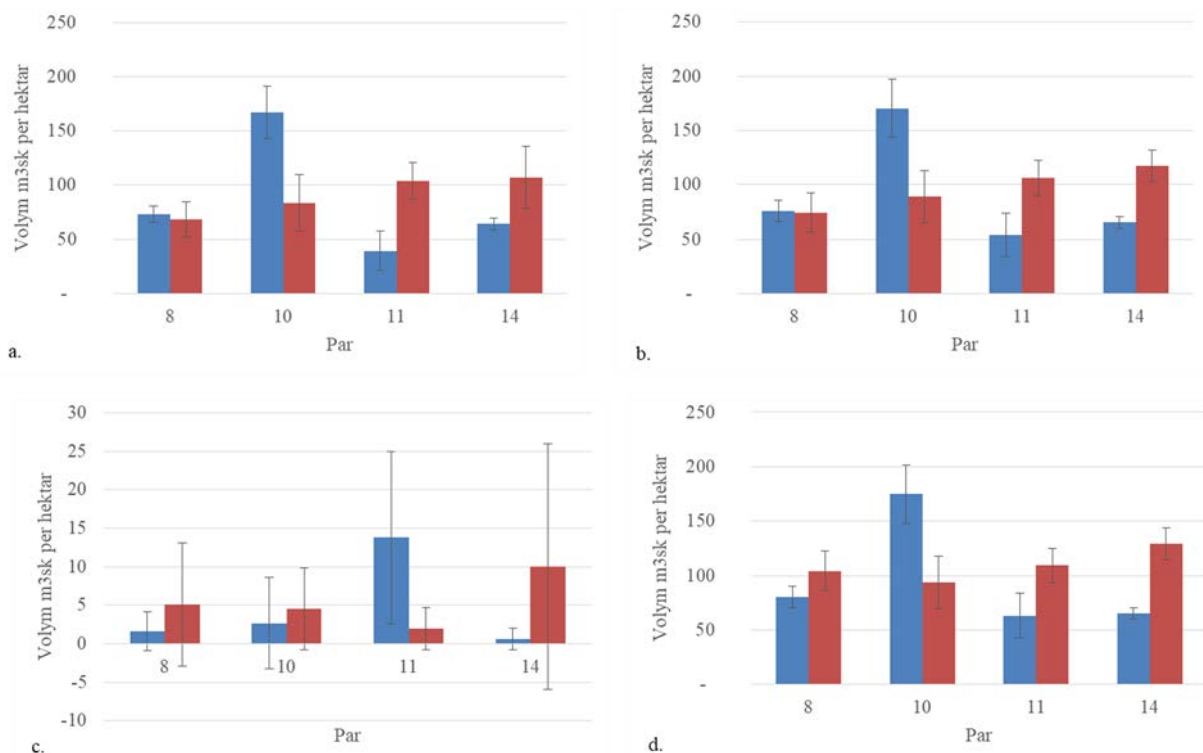
Figure 6. Comparison in pairs of stem numbers per hectare between disc trenching (red) and EP (blue) planted spruce stands, with standard deviation. a) Number of main tree species stems with a diameter > 45 mm. b) Number of natural generated leaf stems with a diameter > 45 mm. c) Total natural generation with a diameter > 45 mm, main tree species stems excluded. d) Total natural generated leaf stems all diameters > 1.3m dbh.

Det fanns inte någon signifikant skillnad i volymproduktion mellan metoderna efter 20 år (Tabell 6). Dock låg ett par värden nära den valda femprocentiga signifikansnivån. Det verkade finnas en tendens till fler grövre lövträd i de harvade bestånden och mer inväxt gran i EP. Löv med en diameter större än 45 millimeter hade ett p-värde på 0,07 och genomsnittlig volym för EP planteringar var 0,18 m3sk/ha jämfört med harvade bestånd med 1,09 m3sk/ha. Värt att notera är att det var flera nollytor för lövstammar i EP bestånden än i de harvade bestånden, vilket kan ha varit en slump då det generellt sett var få lövträd. Volymen för huvudträdslags stammar med en diameter under 45 millimeter avvek något från de andra värdena med ett p-värde på 0,13. Snittet för EP bestånden var 0,43 m3sk/ha och för harv 0,24 m3sk/ha.

Tabell 6. Stamvolym i granbestånd per ha samt röjd volym skattad från stubbar
Table 6. Stem volume in spruce stands per hectare including thinning volume estimated from stumps

EP vs Harv	F-Värde	P-Värde	R2
Huvudträdslag > 45 mm	0,02	0,88	0,40 %
Huvudträdslag < 45 mm	3,12	0,13	34,21 %
Övrigt barr > 45 mm	0	0,96	0,05 %
Övrigt barr < 45 mm	0,16	0,71	2,56 %
Löv > 45 mm	4,75	0,07	44,18 %
Löv < 45 mm	0,04	0,85	0,61 %
Stubb > 45mm	1,26	0,31	17,34 %
Stubb < 45mm	1,93	0,21	24,32 %
Stubbar alla	1,57	0,26	20,74 %
Inväxning totalt > 45 mm	0,04	0,85	0,68 %
Totalt + inväxning	0,03	0,86	0,55 %
Totalt + stubbar	0,23	0,65	3,68 %

Par tio EP stack ut med sin höga volym per hektar. En förklarande faktor kan ha varit beståndets struktur (Figur 7). Bitvis var det kuperat och mer öppet med grövre träd, vilket skulle kunna förklara varför vissa träd verkade ha vuxit bättre. Tillväxten var något lägre i EP bestånden än i de harvade, ännu mer så om hänsyn tas till avvikelserna från par tio.



Figur 7. Parvis jämförelse av stamvolym m^3sk per ha mellan harvade (röd) och EP (blå) planterade granbestånd med standardavvikelse. a) Stamvolym för huvudträdslag med diameter > 45 mm. b) Total stamvolym all träd. c) Total stamvolym för all inväxning med diameter > 45 mm huvudträdslag exkluderat. d) Total stamvolym alla träd > 1,3m brh, inklusive stamvolym från bortröjda stammar.

Figure 7. Comparison in pairs of the stem volume m^3f per hectare between disc trenching (red) and EP (blue) planted spruce stands, with standard deviation. a) Stem volume for all main tree specie stems with a diameter > 45 mm. b) Total stem volume all trees. c) Total stem volume for all natural regeneration with a diameter > 45 mm main tree specie excluded. d) Total stem volume for all tree stems > 1,3m dbh, including stem volume from stems removed during cleaning.

Det gick inte heller att påvisa någon signifikant skillnad mellan metoderna baserat på vad som hade röjts bort vid tidigare åtgärder (Tabell 7). Det fanns en antydning till att de harvade bestånden tidigare hade haft mer inväxt löv, detta då p-värdet för löv med en diameter mindre än 45 millimeter är 0,11.

Tabell 7. Antal stubbar per hektar i granbestånd som finns kvar efter röjning
Table 7. Number of stumps per hectare in spruce stands left from thinning

EP vs Harv	F-Värde	P-Värde	R2
Huvudträdsdag > 45 mm	0,24	0,64	3,81 %
Huvudträdsdag < 45 mm	0,81	0,40	11,92 %
Övrigt barr > 45 mm	0,28	0,61	4,52 %
Övrigt barr < 45 mm	0,03	0,87	0,52 %
Löv > 45 mm	1,36	0,29	18,47 %
Löv < 45 mm	3,55	0,11	37,16 %
Stubbar totalt < 45 mm	2,44	0,17	28,91 %
Stubbar totalt	2,06	0,20	25,53 %

3.1.2 Tall

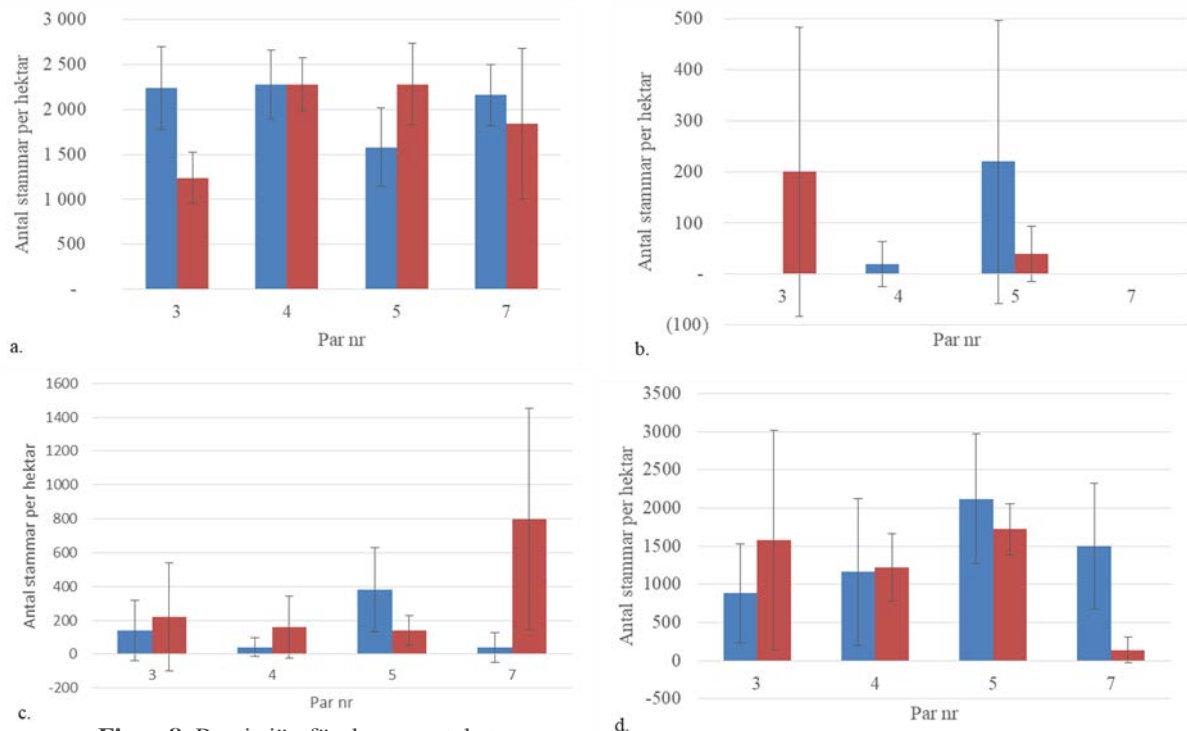
Det gick inte att påvisa någon signifikant skillnad i antalet stammar per hektar på tallmarker mellan de två metoderna (Tabell 8). Samtliga kombinationer visade att markberedningsmetoden hade en låg förklaringsgrad för eventuella skillnader i antalet stammar.

Tabell 8. Antal stammar per hektar i tallbestånd samt inväxning
Table 8. Number of stems per hectare in pine stands including ingrowth

EP vs Harv	F-Värde	P-Värde	R2
Huvudträdsdag > 45 mm	0,26	0,63	4,12 %
Huvudträdsdag < 45 mm	0,24	0,64	3,78 %
Övrigt barr > 45 mm	0,97	0,36	11,97 %
Övrigt barr < 45 mm	0,11	0,75	1,76 %
Löv > 45 mm	0	1,00	0 %
Löv < 45 mm	0,39	0,56	6,05 %
Totalt + stubbar	0,08	0,79	1,27 %
Totalt - stubbar	0,48	0,52	7,38 %
Inväxning totalt > 45 mm	1,04	0,35	14,73 %
Inväxning totalt - stubbar	0	0,83	0,82 %
Inväxning totalt + stubbar	0	0,90	0,28 %
Inväxning totalt övrigt barr	1,00	0,43	10,48 %
Inväxning totalt löv	0	0,60	4,97 %

Stamantalet var relativt lika i bestånden, speciellt om huvudstammarna från inväxningen inkluderas. Det var ganska hög variation mellan provytorna inom bestånden och även mellan bestånden. Intressant är att det för gran gick att spåra flera av skillnaderna i beståndsstruktur redan i den tidigare studien (Frank, 2006). Exempelvis

hade det harvade beståndet i par tre cirka 1300 huvudstammar av tall, vilket var i princip samma som för 12 år sedan. Det samma gällde inväxt löv i par tre harv och par fem EP, samt inväxt barr i par sju harv. I par sju harv var nästan en tredjedel av huvudstammarna granar (Figur 8).



Figur 8. Parvis jämförelse av antal stammar per hektar mellan harvade (röd) och EP (blå) planterade tallbestånd med standardavvikelse. a) Antal huvudträdslags med en diameter > 45 mm. b) Antal inväxt löv med diameter > 45 mm. c) Total inväxning med diameter > 45 mm, huvudträdslagsstammar exkluderade. d) Total inväxning löv alla diameterklasser > 1,3m brh.

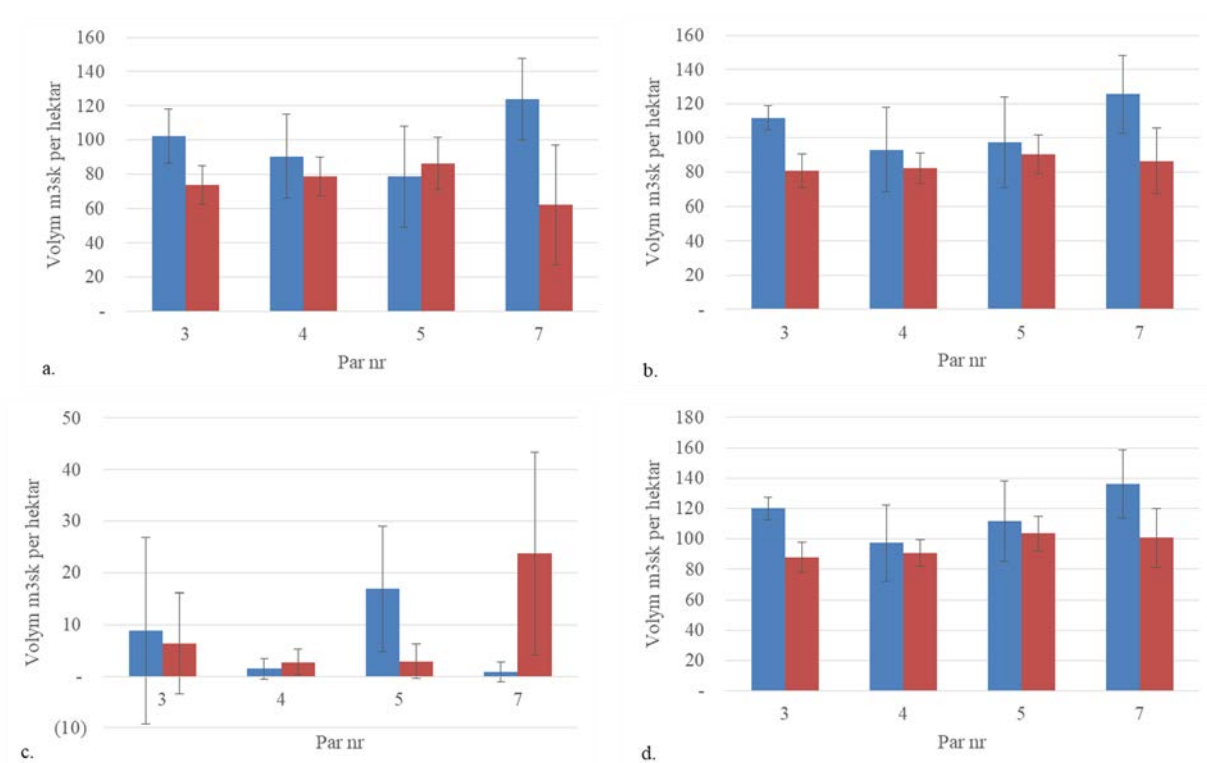
Figure 8. Comparison in pairs of stem numbers per hectare between disc trenching (red) and EP (blue) planted pine stands, with standard deviation. a) Number of main tree specie stems with a diameter > 45 mm. b) Number of natural generated leaf stems with a diameter > 45 mm. c) Total natural generation with a diameter > 45 main tree specie stems excluded. d) Total natural generated leaf stems all diameters > 1,3m dbh.

Vad gäller volymen för huvudstammar av huvudträdslandet tall fanns det inte någon skillnad mellan metoderna på signifikansnivån fem procent. Det var dock väldigt nära då p-värdet låg så lågt som 0,07 (Tabell 9). Det var därför möjligt att det trots allt fanns ett samband, och samma sak gällde den totala jämförelsen om volymen från röjda träd inkluderades, vilket hade p-värdet 0,06. Om stubbarna exkluderades och den totala volymen jämfördes mellan de två metoderna fanns det en signifikant skillnad. P-värdet var då 0,03 och R² 57,99 procent, vilket talade för att EP metoden gav högre total volym än harvning.

Tabell 9. Stamvolym i tallbestånd per ha samt röjd volym skattad från stubbar
Table 9. Stem volume in pine stands per hectare including thinning volume estimated from stumps

EP vs Harv	F-Värde	P-Värde	R2
Huvudträdslag > 45 mm	4,77	0,07	44,30 %
Huvudträdslag < 45 mm	0,53	0,50	8,09 %
Övrigt barr > 45 mm	0,16	0,70	2,59 %
Övrigt barr < 45 mm	0,20	0,67	3,23 %
Löv > 45 mm	0,04	0,86	0,60 %
Löv < 45 mm	0,28	0,61	4,49 %
Stubb > 45mm	0,83	0,40	12,13 %
Stubb < 45mm	0	0,96	0,05 %
Stubbar alla	0,28	0,62	4,38 %
Inväxning totalt > 45 mm	0,09	0,77	1,55 %
Totalt + inväxning	8,28	0,03	57,99 %
Totalt + stubbar	5,28	0,06	46,83 %

Volymerna för EP behandlade bestånd var generellt högre än för de harvade bestånden (Figur 9). Den stora standardavvikelsen inom vissa avdelningar (Figur 9c) berodde främst på att en del av provytorna helt saknade löv med en diameter över 45 mm.



Figur 9. Parvis jämförelse av stamvolym m³sk per ha mellan harvade (röd) och EP (blå) planterade tallbestånd med standardavvikelse. a) Stamvolym för huvudträdsdrag med diameter > 45 mm. b) Total stamvolym alla träd. c) Total stamvolym för all in-växning med diameter > 45 mm huvudträdsdrag exkluderat. d) Total stamvolym alla träd > 1,3m brh, inklusive stamvolym från bortröjda stammar.

Figure 9. Comparison in pairs of the stem volume m³f per hectare between disc trenching (red) and EP (blue) planted pine stands, with standard deviation. a) Stem volume for all main tree specie stems with a diameter > 45 mm. b) Total stem volume all trees. c) Total stem volume for all natural regeneration with a diameter > 45 mm main tree specie excluded. d) Total stem volume for all tree stems > 1,3m dbh, including stem volume from stems removed during cleaning.

Det fanns ingen signifikant skillnad mellan behandlingarna vad gällde de bortröjda stammarna (Tabell 10).

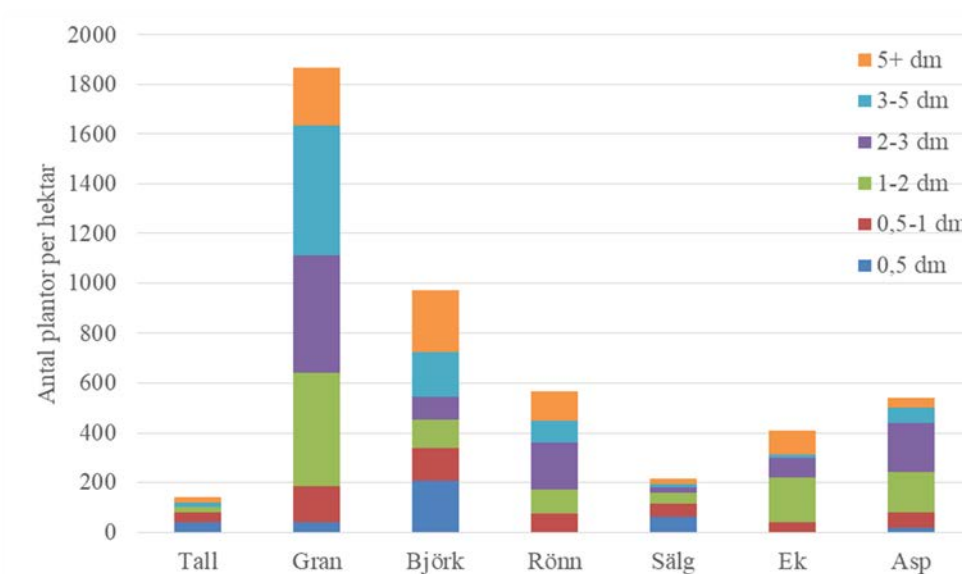
Tabell 10. Antal stubbar per hektar i tallbestånd som finns kvar efter röjning
Table 10. Number of stumps per hectare in pine stands left from thinning

EP vs Harv	F-Värde	P-Värde	R2
Huvudträdsdag > 45 mm	1,53	0,26	0,20
Huvudträdsdag < 45 mm	0,71	0,43	0,11
Övrigt barr > 45 mm	2,04	0,20	0,25
Övrigt barr < 45 mm	0,38	0,56	0,06
Löv > 45 mm	0,68	0,44	0,10
Löv < 45 mm	0,17	0,70	0,03
Stubbar totalt < 45 mm	0,22	0,66	0,03
Stubbar totalt	0	0,95	0,00

3.2 Beståndsföryngring och inväxning

3.2.1 Gran

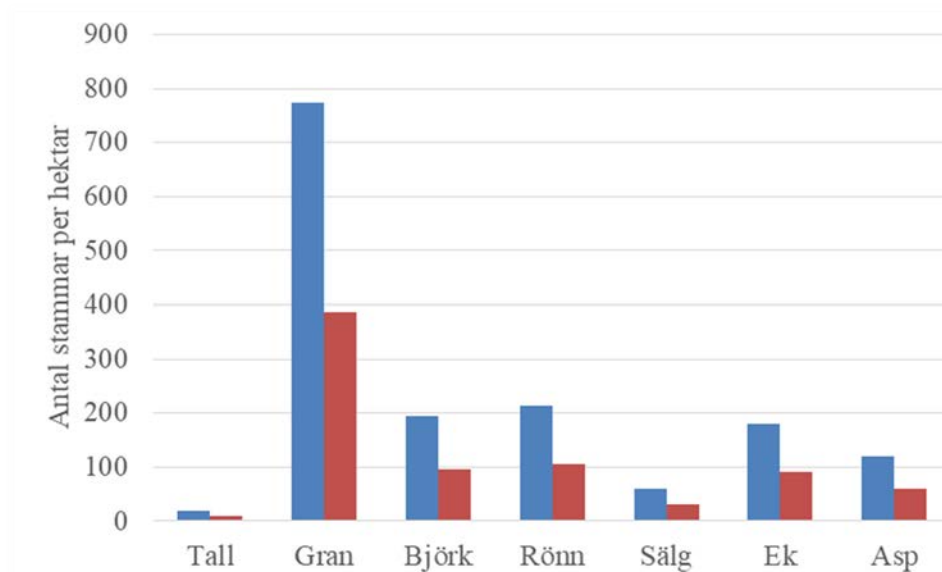
Plantinventering av fem nyligen avverkade granbestånd innan markberedning visade på en majoritet av föryngrade granplantor. I genomsnitt fanns det cirka 1850 gran-, 980 björk- och 140 tallplantor per hektar (Figur 10).



Figur 10. Genomsnittlig total beståndsföryngring per hektar för de inventerade granbestånden.
Figure 10. Average total advance growth per hectare for inventoried spruce stands.

Under förutsättningen att endast godkänna en huvudstam inom en 60 centimeters radie minskade den naturliga föryngring som kunde sparas till ett nytt bestånd från cirka 1800 granplantor till 773 stycken. Med en 50 procentig markpåverkan från

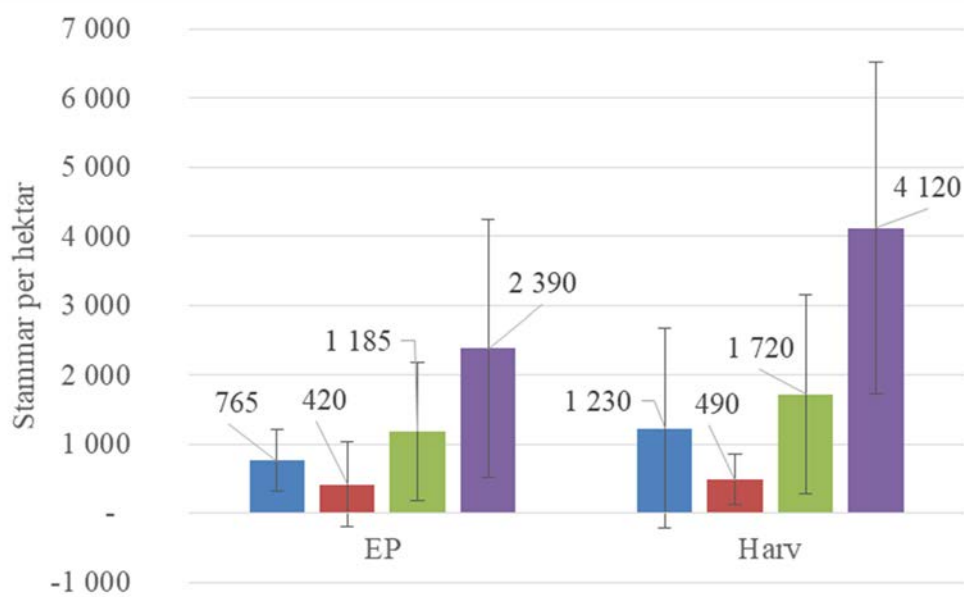
traditionell harvning skulle 387 huvudstammar av gran kunna sparas och från EP med riktad plantering kunde 773 gran plantor sparas (Figur 11).



Figur 11. Antal bevarade huvudplantor per hektar för granbestånd efter harv (röd) och EP (blå) mark-beredning.

Figure 11. Number of retained main stems per hectare for spruce stands after disc trenching (red) and EP (blue).

För att bedöma den totala naturliga förnygringen som växt in efter beståndsanläggning summerades befintlig inväxning med stubbinventeringen, vilket gav den totala inväxningen under de senaste 20 åren (Figur 12). Inväxta nya huvudstammar och stammar under 1,3 m i brösthöjd inkluderades inte.

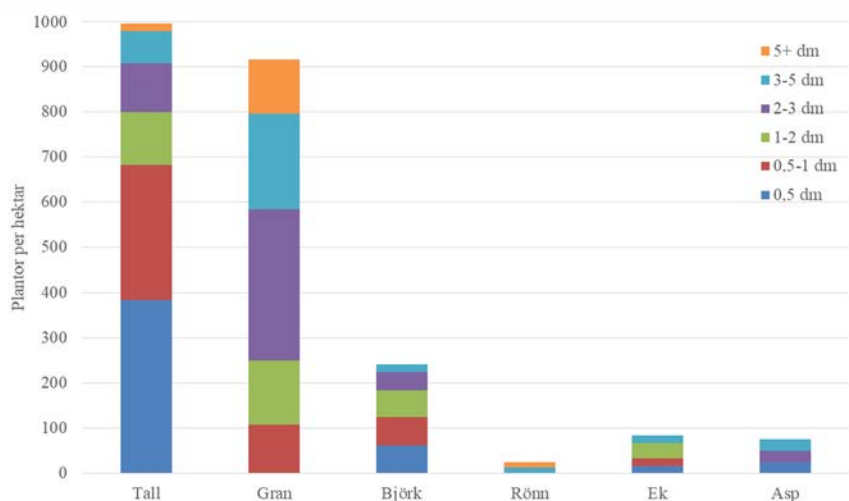


Figur 12. Genomsnittlig total naturlig förökning > 1,3m brh de senaste 20 åren för grantrakter; gran (blå), tall (röd), gran + tall (grön), löv (lila).

Figure 12. Average total natural regeneration >1,3m dbh the last 20 years for spruce stands; spruce (blue), pine (red), spruce + pine (green), deciduous trees (purple).

3.2.2 Tall

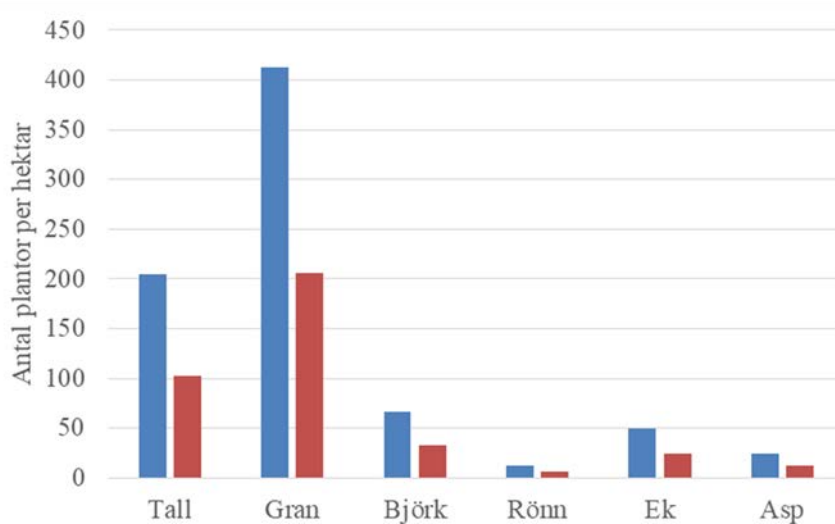
Resultatet från de fyra talltrakterna gav en genomsnittlig naturlig föröngning om 996 tall-, 917 gran- och 242 björkplantor per hektar (Figur 13).



Figur 13. Genomsnittlig beståndsföröngning per hektar för de inventerade tallbestånden.

Figure 13. Average total advance growth per hectare for the inventoried pine stand.

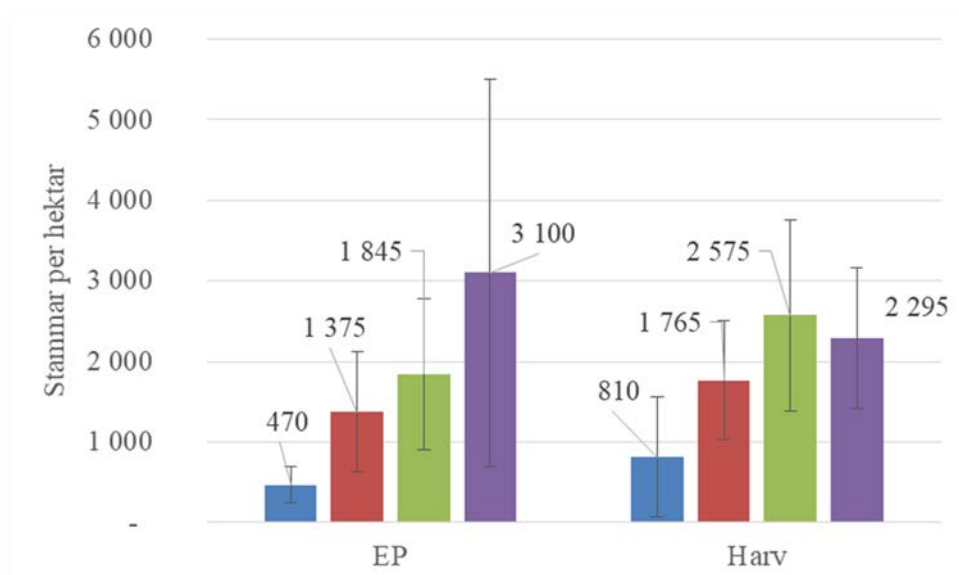
Med hänsyn tagen till lämpliga huvudstammar skulle 204 tallplantor kunna sparas med EP och 102 med traditionell harvning (Figur 14). Inväxt gran var betydligt vanligare i tallplanteringarna än tall i grantrakerna. Betydligt fler plantor hade därmed kunnat sparas om ett blandbestånd skapats istället för en ren talltrakt.



Figur 14. Antal bevarade huvudplantor per hektar för tallbestånd efter harv (röd) och EP (blå) mark-beredning.

Figure 14. Number of retained main stems per hectare for pine stands after disc trenching (red) and EP (blue).

För att bedöma den totala naturliga föröyringen som vuxit in efter beståndsanläggning summerades befintlig inväxning med stubbinventeringen, vilket gav den totala inväxningen under de senaste 20 åren (Figur 15). Inväxta nya huvudstammar och stammar under 1,3 m i brösthöjd inkluderades inte.



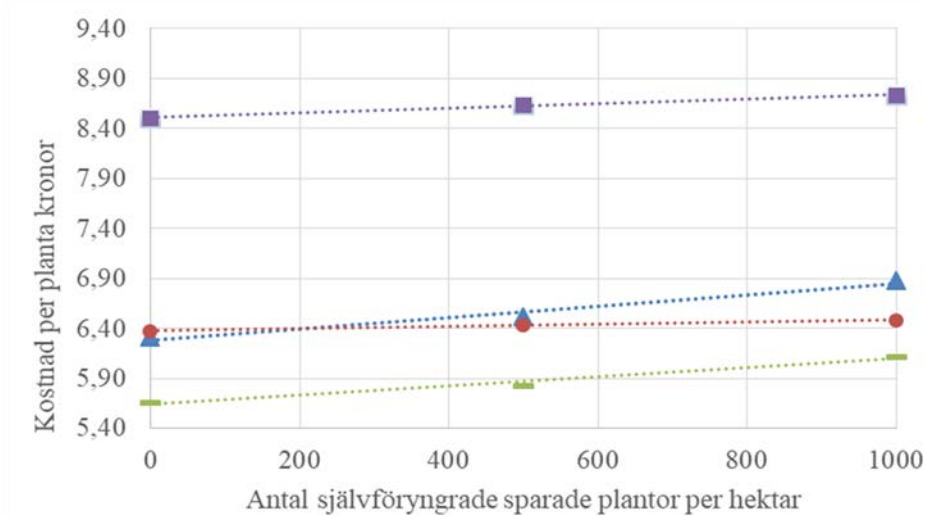
Figur 15. Genomsnittlig total naturlig föröyring > 1,3m brh de senaste 20 åren för talltrakter; gran (blå), tall (röd), gran + tall (grön), löv (lila).

Figure 15. Average total natural regeneration >1,3m dbh the last 20 years for pine stands; spruce (blue), pine (red), spruce + pine (green), deciduous trees (purple).

3.3 Ekonomi

3.3.1 Gran

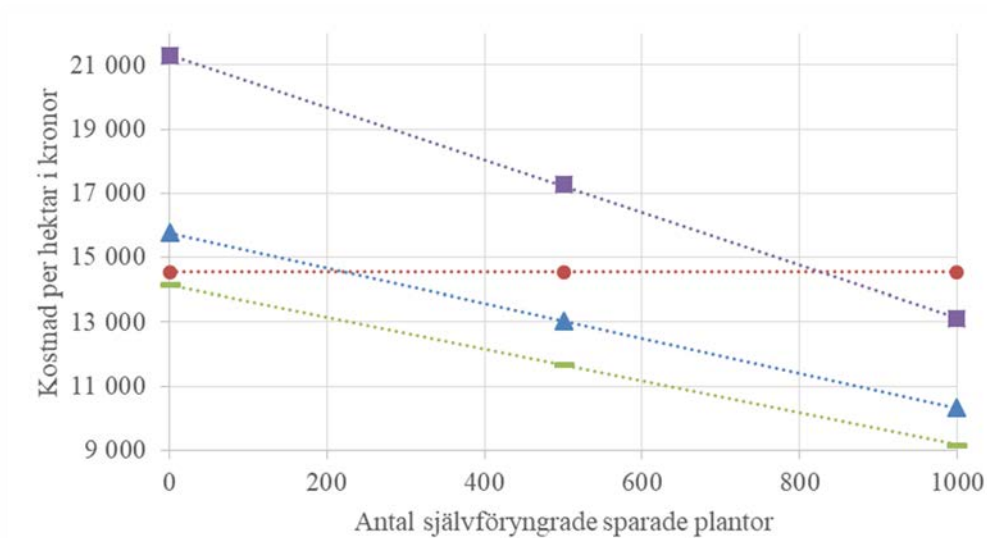
Beräkningarna för mekaniserad plantering visade att kostnaden för ett enhövdad aggregat (kvadrat) var avsevärt dyrare än både manuell plantering (cirkel) och plantering med ett trehövdad aggregat (triangel). Antalet sparade självföryngrade plantor hade dock mindre påverkan på produktiviteten för det enhövdade aggregatet än för det trehövdade. Vid tusen sparade plantor ökade kostnaden per planta med 22 öre för det enhövdade aggregatet, 57 öre för det trehövdade och 45 öre om produktiviten höjdes med 20 procent (Figur 16).



Figur 16. Kostnad per granplanta vid olika beståndsföryngring, mål: 2500 plantor per ha. Enhövdad planteringsaggregat (Lila kvadrat), trehövdad aggregat (Blå triangel), manuell plantering utan markberedning men större plantor (Röd cirkel), trehövdad aggregat med 20 procent högre effektivitet (Grönt streck).

Figure 16. Cost per spruce seedling depending on advanced growth, goal: 2500 plants per ha. One-headed planting device (Purple square), three-headed device (Blue triangle), manual planting without soil scarification but larger plants (Red circle), three-headed device with 20 percent increase efficiency (Green line).

Kostnaden för kranspetsmonterad markberedning med hänsyn tagen till bevarade plantor blev snabbt likvärdig med kostnaden för manuell plantering utan hänsyn till självföryngringen. Ju fler sparade plantor per hektar och högre produktivitet ett aggregat har desto mindre är skillnaden. Manuell plantering (cirkel) var likvärdig med ett enhövdad aggregat (kvadrat) vid cirka 800 – 900 plantor per hektar och med ett trehövdad aggregat (triangel) vid cirka 200 – 250 plantor (Figur 17).

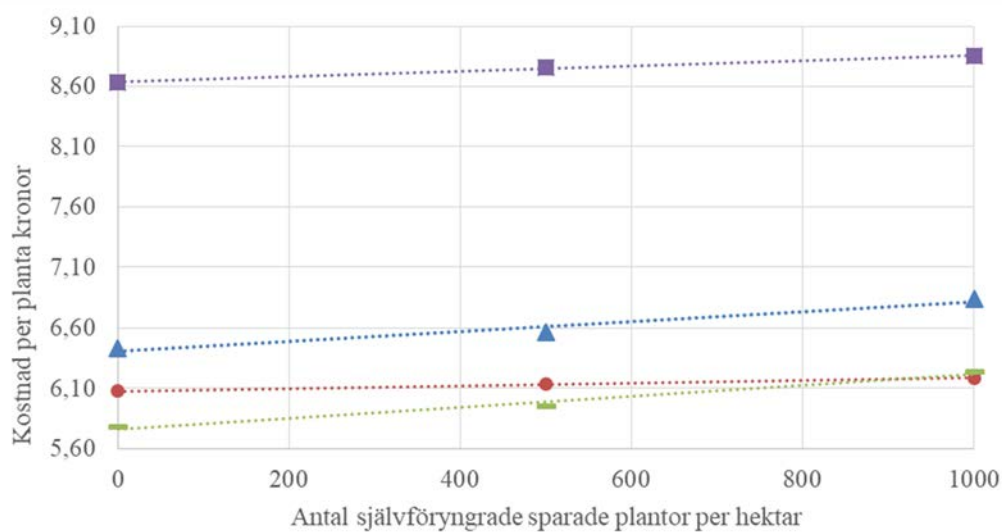


Figur 17. Total kostnad per hektar beroende på andel beståndsförnygring av gran. Enhövdad planteringsaggregat (Lila kvadrat), trehövdad aggregat (Blå triangel), manuell plantering utan mark-beredning (Röd cirkel), trehövdad aggregat med 20 procent högre effektivitet (Grönt streck).

Figure 17. Total cost per hectare depending on initial advanced spruce growth. One-headed planting device (Purple square), three-headed device (Blue triangle), manual planting without soil scarification (Red circle), three-headed device with 20 percent increase efficiency (Green line).

3.3.2 Tall

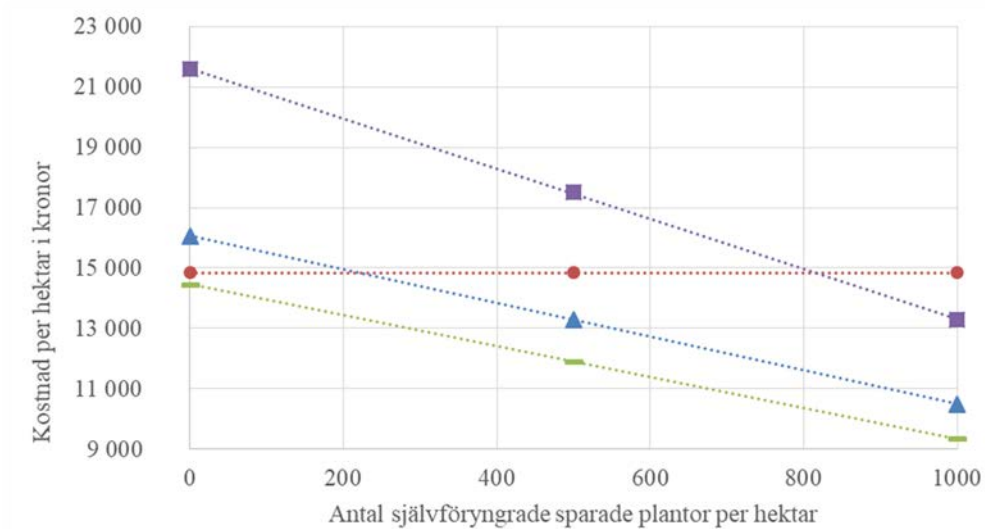
Beräkningarna för tall följde samma mönster som för gran, det vill säga kostnad ökade ju lägre produktivitet ett aggregat hade och desto fler plantor per hektar som sparades. Den enda skillnaden utgjordes av det faktum att tallplantorna i detta fall var billigare än granplantorna. Vid tusen sparade plantor ökade kostnaden per planta med 22 öre för det enhövdade aggregatet, 41 öre för det trehövdade och 45 öre om produktiveten höjdes med 20 procent (Figur 18).



Figur 18. Kostnad per tallplanta vid olika beståndsföryngring, mål: 2500 plantor per ha. Enhövdad planteringsaggregat (Lila kvadrat), trehövdad aggregat (Blå triangel), manuell plantering utan mark-beredning men större plantor (Röd cirkel), trehövdad aggregat med 20 procent högre effektivitet (Grönt streck).

Figure 18. Cost per pine seedling depending on advanced growth, goal: 2500 plants per ha. One-headed planting device (Purple square), three-headed device (Blue triangle), manual planting without soil scarification but larger plants (Red circle), three-headed device with 20 percent increase efficiency (Green line).

För tall var manuell plantering (cirkel) likvärdig med ett enhövdad aggregat (kvadrat) vid cirka 800 plantor per hektar och med ett trehövdad aggregat (triangel) vid cirka 200 – 220 plantor (Figur 19).



Figur 19. Total kostnad per hektar beroende på andel beståndsföryngring av tall. Enhövdad planteringsaggregat (Lila kvadrat), trehövdad aggregat (Blå triangel), manuell plantering utan markberedning (Röd cirkel), trehövdad aggregat med 20 procent högre effektivitet (Grönt streck).

Figure 19. Total cost per hectare depending on initial advanced pine growth. One-headed planting device (Purple square), three-headed device (Blue triangle), manual planting without soil scarification (Red circle), three-headed device with 20 per cent increase efficiency (Green line).

4 Diskussion

4.1 Beståndsstruktur och stamvolym

Finns det då en skillnad i stamantal, trädslagsfördelning och volymproduktion mellan markberedning inklusive maskinell plantering EP jämfört med konventionell harvning och manuell plantering efter 20 år i södra Sverige? Vad gäller stamantal för huvudträdslag finns det ingen signifikant skillnad mellan metoderna varken för tall eller gran, ej heller om övrigt barr och löv med diameter över 45 millimeter inkluderas (Tabell 5 & 8). Beståndsstrukturen är likartad även om en stor del av huvudstammarna inte är ursprungliga utan istället ersatta av inväxta barrstammar. Snittet 2006 var cirka 1500-1600 huvudstammar och 1000 inväxta barrstammar per hektar (Frank 2006), efter röjning är snittet idag cirka 2200 huvudstammar (alla trädslag) per hektar oavsett metod. Andelen grövre lövträd är låg, från 0 till 2-3 procent oavsett metod eller trädslag, och det finns ingen tydlig trend och ingen signifikant skillnad mellan metoderna. Det gick vid inventeringen till denna studie inte att avgöra vilka barrstammar som var inväxta efter 2006. Träd med en diameter större än 45 millimeter räknades till huvudstammarna. Baserat på inventeringen från 2006 (Frank 2006) bör dock åtminstone cirka 30 procent av huvudstammarna vara inväxta.

En hypotes var att det inte skulle finnas skillnader i trädslagsfördelning, men förväntningen var att hitta en större andel lövträd i de harvade bestånden. Ett flertal studier har tidigare visat på ett möjligt samband mellan antalet inväxta lövstammar och harvning (Uotila (2010; Karlsson et al. 2002; Prévost 1997). Hypotesen har här dock gett en sann bild av verkligheten, då även antalet mindre lövträd (Figur 6 & 8) eller antalet bortröjda stammar (Tabell 7 & 10) ej var signifikant skilda mellan harvning eller EP. En svaghet i resultatet är att det är oklart om bestånden var underväxt-röjda innan plantering. Det är dock troligt att de röjdes innan avverkning, något som

kan ha dragit ner andelen löv, framför allt i EP bestånden, vilka hade cirka en fjärdedel av markpåverkan jämfört med harvning (Charlesworth et al. 1996). Det är möjligt att det var ett dåligt fröår då planteringarna utfördes eller lokalt ogynnsamma förhållanden, vilket kan ha förhindrat den positiva effekt som markberedning kan ha på antalet förnygrade plantor från beståndsför (Fløistad et al. 2018; Beland 2000; Karlsson & Örlander 2000). Det skulle delvis kunna förklara varför harvade bestånd inte har signifikant fler plantor än EP.

Det finns vissa skillnader i stamvolymproduktion efter 20 år. För granbestånden har det inte gått att påvisa någon skillnad i stamvolym mellan metoderna, varken om bortröjd volym från stubbar eller inväxning inkluderas (Tabell 6 & Figur 6). Vad gäller huvudstammar av tall på tallmarker är p-värdet 0,07, det vill säga inte signifikant på femprocentnivån men ett samband kan inte uteslutas. Om också all inväxt volym adderas till huvudträdsstammarna finns det en signifikant skillnad mellan tallbestånden med ett p-värde på 0,03 (Tabell 12) eller cirka 25 procent skillnad i medelvolym per hektar. EP bestånden har en högre volym än de harvade, detta resultat skiljer sig från den tioåriga studien av samma område (Frank 2006). En förklaring skulle kunna vara att en skillnad i andelen inväxning mellan bestånden, självförnygrade stammar antas ligga ett antal år efter i tillväxt. En högre andel inväxning skulle då ge en lägre volym. En jämförelse med tidigare studie (Frank 2006) visar dock att det bör vara färre självförnygrade stammar i de harvade bestånden, vilket istället borde gett dem en högre tillväxt (Ackzell et al. 1994), då totala antalet stammar per hektar för de olika metoderna är lika. Skillnaden kan kanske även ha skapats av felaktig röjning, med för hög styrka. Det kan även tänkas att inblandningen av humus (Hallsby 1994) vid fräsning med EP har gett en fördel för vissa av tallplantorna som skulle kunna förklara den högre tillväxten (Tabell 12). Kanske är effekten noterbar på tallmarkerna då de har lägre bonitet än grantrakterna. Vid undersökningen 2006 (Frank) rapporterades att cirka 50 procent av stammarna var betade. Om betestrycket fortsatt var högt efter hans undersökning, skulle det kunna ge nedsatt tillväxt och vara en delförklaring till skillnaden i volym.

I och med att tillväxtresultatet från EP markberedningen med fräsning i denna studie inte skiljer sig från de harvade bestånden, bör EP kunna anses som en markberedningsmetod likvärdig med högläggning och harvning (Mattsson et al. 2002; Örlander et al. 1998).

4.2 Beståndsföryngring och inväxning

De inventerade trakterna är kalavverkade och underväxtröjda enligt Södras (2016a) standard, vilket gör att vi kan utgå ifrån att den större beståndsföryngringen över 50 centimeter har avlägsnats. Detta gör att möjligheten att uppskatta en del av den potentiella föryngringen gått förlorad. Det fanns trots det relativt rikligt med beståndsföryngring både på tall- och grantrakterna, med nästan lika mycket gran som tall på talltrakterna (Figur 10 & 13). Om endast en huvudstam inom 60 centimeters radie tilläts, kunde cirka 773 gran huvudstammar från grantrakterna eller 204 tall- och 400 granhuvudstamsplantor från tall-trakterna sparas. Detta är dock förutsatt att EP metoden med 12 procents markpåverkan (Charlesworth et al. 1996) används, då maskinoperatören med denna metod kan väja för plantorna och välja planteringspunkt. Siffrorna får delas i hälften om trakterna skall markberedas med traditionell harv, vilken antagligen kommer avlägsna cirka 50 procent av beståndsföryngringen (Figur 11 & 14, Prévost 1997). Andelen bevarade plantor efter harvning kan givetvis bli större eller mindre beroende på hur huvudplantornas placering förhåller sig till markberedarens rutt över hygget.

Det finns som tidigare nämnts även en risk att markberedning med harv kan leda till mer oönskad lövföryngring och därmed dyrare röjning (Uotila 2010; Karlsson et al. 2002). Även om tidigare studier visat att beståndsföryngring kan användas framgångsrikt vid bildandet av ett nytt bestånd (Metslaid 2005a; Gnojek 1992; Andersson 1988), är nog flertalet av de inventerade huvudstammarna något för små <50 centimeter. Det kommer sannolikt ske stora avgångar till följd av solstress, torka, snytbagge eller körskador (Eliasson et al. 2003; Glöde & Sikström 2001; Örlander & Karlsson 2000; Sundkvist 1994). Om Sundkvists (1994) studie för tall samt Örlander och Karlssons (2000) undersökning för gran kombineras och multipliceras med antalet bevarade huvudstamsplantor efter markberedning kommer vi närmre verkligheten (Figur 11 & 14). För att få fram hur många plantor som går att spara med mindre intensiv markberedning måste den uppskattade plantdödligheten dras från beståndsföryngringen vilket ger cirka 426 gran- och 418 lövhuvudstammar (alla arter totalt) per hektar på grantrakter och 135 tall-, 147 gran- och 64 lövhuvudstammar (alla arter totalt) per hektar på talltrakter.

Det fanns ingen signifikant skillnad vad gäller antalet stammar eller inväxt mellan de två metoderna. Med andra ord verkar det inte som om valet av metod påverkar inväxningen i beståndet efter plantering (Figur 12 & 15). I sammanställningen ingår dock inte stammar lägre än 1,3 meter i brösthöjd. Om dessa adderas i figur 12 & 15 skulle den totala inväxningen ungefär fördubblas. De har inte inkluderats då de inte

skulle påverka röjningskostnaden eftersom de flesta har växt in efter utförda röjningsåtgärder samt att en stor del är stubbskott vilka delvis representeras via stubbinventeringen. Detta gör att den största besparingen vid användandet av EP blir i plantkostnad och inte i röjningskostnad. Sammanställningen av totalinväxning ger dock en fingervisning om potentialen i inväxningen. Sedan tidigare framgick det att antalet inväxta huvudstammar sedan förra studien var i snitt 700 per bestånd. Till dessa kan vi foga beståndsförnyringen, de bortröjda stammarna och den nya inväxningen, vilket antyder att det finns pengar att spara på färre plantor om överlevnaden kan höjas. Stubbinventeringen visar att i snitt cirka 2000 – 4000 stammar per hektar har röjts bort per bestånd. Från början planterade Holmen 2300 plantor per hektar (Frank 2006) och endast 1600 plantor per hektar överlevde efter tio år motsvarande en avgång på ungefär 30 procent, vilket är i linje med tidigare studier (Bergqvist et al. 2011; Ackzell et al. 1994). Kanske skulle det vara värt att använda ett färre antal plantor, djupare och mer unisont planterade med mekaniserad plantering, det vill säga investera i högre överlevnad (Laine 2017; Ersson & Petersson 2014; 2013; Sönsteby & Kohmann 2003). Samt kombinera den mekaniserade planteringen med beståndsförnyring från det tidigare beståndet genom att förröjning/hyggesrensning skippas som Ackzell et al. (1994) föreslog (Figur 11 & 14).

4.3 Ekonomi

Hypotes: Riktad maskinell skonsam markberedning/plantering kan ge kostnadsbesparing även vid röjning, eftersom beståndsförnyring nyttjas istället för att röjas bort. Utifrån denna studie är det tveksamt om man kan göra en besparing men eventuellt kan en marginell besparing göras på röjning. Detta då röjningskostnaden endast skulle minska med de 400 granplantor eller 900 huvudplantor om även lövstammar skulle användas, som gick att spara från beståndsförnyringen. Med kriteriet att endast använda en huvudstam inom 60 centimeters radie skulle dock kostnaden sannolikt istället öka, därför att röjningen antagligen skulle ta längre tid att utföra. I studien hittades ingen skillnad i lövuppslag jämfört med konventionell harvning vad gäller andelen exponerad mineraljord. En minskad andel exponerad mineraljord ger därför i detta fall inget stöd för en minskad röjningskostnad.

Kalkylerna visar att mekaniserad plantering och markberedning för ett enhövdad aggregat är cirka 30 – 40 procent dyrare per planta än för manuell plantering utan markberedning (Figur 16 & figur 18). Denna siffra är högre än tidigare beräkningar där mekaniserad plantering med Bracke Planter var 25 procent dyrare än manuell plantering (Ersson 2010). Skillnaden kan delvis förklaras av att manuell plantering

i denna studie inte inkluderar kostnaden för markberedning. Avsaknaden av markberedning kompenseras delvis av att vid manuell plantering användes större planter, vilket ökade planteringskostnaden i förhållande till den maskinella planteringen. Aggregatet har även beräknats med en något lägre produktivitet. Medelproduktiviteten för det enhövdade Bracke aggregatet är baserat på i snitt 160 planter per G15 timme enligt entreprenörernas erfarenhet från Johanssons (2016) studie. G15 definieras som grundtid (produktiv arbetstid) och inkluderar avbrott kortare än 15 minuter (Skogssverige 2018).

Hur påverkar då antalet lämpliga beståndsförnygrade huvudplanter per hektar kalkylen för ett riktat planteringsaggregat med kombinerad skonsam markberedning? Beståndsförnyringen kan ha en stor effekt på kostnaderna vid beståndsanläggning. Detta förutsätter att mekaniserad plantering och markberedning jämförs med harvning, då beståndsförnyringen inte tillförlitligt kan sparas om den kombineras med harvning och manuell plantering (Prévost 1997). Detta gäller dock främst för det teoretiska trehövdade aggregatet. Ett enhövdat aggregat är konkurrenskraftigt först när det går att spara cirka 800 - 900 beståndsförnygrade huvudstammar per ha (Figur 17 & 19). I princip går det att spara cirka 500 kr per hektar med ett trehövdat aggregat för varje 100 beståndsförnygrade planter som kan sparas och cirka 800 kronor för ett enhövdat. Sambandet är dock inte helt linjärt. När beståndsförnygrade planter ersätter plantskoleplanter stiger istället kostnaden per planterad planta. Skillnaden i kostnad för ett trehövdat aggregat med 20 procents ökad effektivitet mellan 2500 och 1500 planter per hektar är en ökad kostnad per planta med cirka 8 procent. Besparingen från det minskade behovet av planter ger dock cirka 35 procent lägre total kostnad per hektar vid 1000 sparade beståndsförnygrade planter.

Det trehövdade aggregatet får nästan dubblad produktivitet (294 planter per G15) och 40 procent lägre planteringskostnader än det enhövdade aggregatet. Detta bör inte anses som orealistiskt för ett aggregat med tre huvuden, då motsvarande siffror för det tvåhövdade EP aggregatet varierat i snitt mellan 210 – 368 planter per G15 i tidigare studier (Sönsteby & Kohmann 2003; Mattsson et al. 1996; Åhlund 1995). Jämfört med manuell plantering blir det trehövdade aggregatet billigare redan vid cirka 200 självförnygrade planter, både för gran och tall (Figur 17 & 19). Studier inom mekaniserad plantering visar att det är möjligt att utföra produktivitetsförbättringar både vad gäller plantdistribution och laddning av aggregatet (Laine 2017; Ersson et al. 2014a). Med hänsyn till tidigare studier och det faktum att dessa beräkningar är utförda för en tänkt prototyp för ett trehövdat aggregat (Bylund 2015), är det inte orealistiskt att produktiveten teoretiskt bör kunna höjas med ytterligare 20 procent. Vid en 20 procentig kostnadsreducering är det trehövdade aggregatet

marginellt bättre än alternativet harvning och manuell plantering redan vid noll beståndsföryngrade plantor. Om jämförelsen istället görs med manuell plantering som också tar hänsyn till beståndsföryngring, samt använder täckrotsplantor, skulle den manuella och trehövdade planteringen istället kosta exakt lika mycket.

4.4 Styrkor och svagheter

En styrka med studien är att den sträcker sig över 20 år och jämför samma bestånd från anläggning till nutid. Som nämdes i metod delen har vissa bestånd försvunnit under tidens gång, vilket gjorde att antalet områden är något lägre än i den tidigare studien. Data från den första studien (Frank 2006) har kunnat användas och har kompletterat inväxnings-, höjd- och diameterdata insamlad i den nya under-sökningen, bland annat för att skapa funktioner för höjd och utveckling över tid.

I diagrammen över total naturlig föryngring de senaste 20 åren (Figur 12 & 15) är beståndsföryngringen (Figur 10 & 13) inte inkluderad. Det förutsätts att eventuellt överlevande beståndsföryngring inkluderades i inventeringen 2006 (Frank 2006) och har därför exkluderats för att inte räknas dubbelt. Det finns även en potentiell felkälla i stubbinventeringen, då vissa trakter verkade ha en mycket snabbare nedbrytningstakt av stubbarna efter röjning än andra bestånd. Det skulle ha varit intressant om det hade anlagts några referensbestånd utan markberedning för att komplettera de harvade och EP behandlade. Det finns ej heller någon data på hur stor markstörning som orsakades inledningsvis vid slutavverkning, skotning eller själva markberedningens basmaskin.

I samband med volymeräkningarna har ett antal av höjderna (speciellt för mindre träd) skattats med hjälp av höjd-diameter funktioner (Figur 4). Detta kan i vissa fall vara en potentiell felkälla då de är en skattning av höjden och extremvärden eller en stor spridning (högt R²) av värden kan göra att höjden över eller underskattas.

Vid kalkyleringen kunde kostnaden per planta (gran: pluggplussett 3,7 kr/st, täckrot 3,08 kr/st tall: pluggplussett 3,4 kr/st täckrot 3,2 kr/st) exkluderats, dock hade den extra kostnaden att manuellt plantera utan markberedning inte framgått lika tydligt då. Plantorna utgör cirka 50 procent av kostnaden vid manuell plantering och det trehövdade och 36 procent för det enhövdade aggregatet. Det finns pengar att spara på plantorna, då kostnaden slår hårt. I kalkylen ingår ej heller flyttkostnad, vilket sannolikt gör maskinerna dyrare då det ofta är mindre planteringar i södra Sverige, vilket därmed innebär fler flyttar. Mer inväxning skulle också innebära fler flyttar då det ger kortare total arbetstid per hygge. Ett trehövdat aggregat planterar enligt

kalkylen mellan 325 000-367 000 plantor per säsong baserat på en andel beståndsföryngring mellan 0 – 1000 plantor per hektar. Ytterligare ett alternativ att minska kostnaden hade varit att nyttja maskinen fler timmar per år och sprida de fasta kostnaderna.

De tidigare studierna (Mattsson et al. 1996; Åhlund 1995) specificerar inte beståndsföryngringens plantstorlek och har olika åsikt om deras påverkan på produktiviteten. Kanske alla mindre plantor skulle exkluderats med tanke på deras höga avgångstal eller det faktum att det bör vara svårare att se och ta hänsyn till mindre plantor än större. Samtidigt kanske det spelar mindre roll att det inte går att avgöra vilken beståndsföryngring som ska sparas då inväxningen var hög och kan ersätta bortfallet.

4.5 Slutsatser

Markberedning med fräsning och mekaniserad plantering är för gran minst lika bra som harvning med manuell plantering. För tall verkar den skonsamma markberedningen och den mekaniserade planteringen ge en bättre volymtillväxt, kanske på grund av mer inblandad humus i planteringspunkten. Det framkom dock inget belägg för att någon av metoderna var sämre än den andra med avseende på oönskad lövföryngring.

Det är troligt att en större andel beståndsföryngring skulle kunna sparas i samband med slutavverkning och ny beståndsanläggning. Kombinerat med fröträd eller föryngring från beståndskant i mindre hyggen torde siffrorna dessutom kunna bli ännu högre. Studien har inte gett något stöd för hypotesen att mindre markpåverkan skulle ge en kostnadsbesparing på grund av mindre röjningsbehov. Det finns dock stöd för att cirka 426 gran- och 418 lövhuvudstammar per hektar på grantrakter och 135 tall-, 147 gran- och 64 lövhuvud-stammar per hektar på talltrakter i snitt kan sparas. Produktivitetsskillnaden för ett trehövdad aggregat beroende på andelen beståndsinväxning var nästan linjär och kan förenklat sägas spara cirka 500 kronor per 100 inväxta plantor per ha. Dessutom finns det potential för mer löv om det skulle önskas.

Sett ur ett markstörningsperspektiv kan resultatet tolkas som positivt för markberedning med mindre markpåverkan. EP skapade bara 12 procent markstörning vid anläggning men levererade samma eller bättre tillväxtresultat. Planteringspunkterna som skapades av EP var uppenbarligen tillräckligt bra för att jämföras med konventionell harvning i försöket. Om beståndsföryngring används vid plantering kommer det minska andelen markstörning än mer, för EP minskar markstörningen med

cirka en halv procent per hundra beståndsförnygrade huvudplantor. Reducerad markstörning ger även möjlighet att spara mer död ved och därmed behålla en större variation i arter (Newmaster et al. 2007). Sannolikt blir det dock dyrare än traditionell markberedning, det trehövdade prototypaggregatet finns dessutom inte i verkligheten (Bylund 2015). Det kan tänkas att stadsnära skogsskötsel som ställer högre krav på det estetiska intrycket (Skogsstyrelsen 2017; Hörnsten 2000; Holgén 1999) även kan bära den högre kostnad som ett enhövdad aggregat innebär.

Förslag på vidare studier är att undersöka hur man kan nyttja beståndsförnygringens värde i framtiden. Vissa trakter har antagligen större potential än andra och därmed ett högre värde för markägaren. Går det att korrelera beståndsförnygring med bonitets eller ståndortsindexkartor? Detta skulle kunna användas för att uppskatta ett bestånds potential vid en förnygring.

Referenslista

- Ackzell, L., Elfving, B. & Lindgren, D. (1994). *Occurrence of naturally regenerated and planted main crop plants in plantations in boreal Sweden*. Forest Ecology Management, (2-3), pp.105–113.
- Andersson, O. (1988). *Granmarbuskar som inslag vid beståndsanläggning*. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogsproduktion, Rapport 24, Garpenberg.
- Andersson, S. (1954). *Funktioner och tabeller för kubering av småträd*. Meddelanden från Statens skogsforskningsinstitut 44(12). Stockholm
- Beland, M., Agestam, E., Ekö, P. M., Gemmel, P. & Nilsson, U. (2000). *Scarification and seedfall affects natural regeneration of Scots pine under two shelterwood densities and a clear-cut in southern Sweden*. Scandinavian Journal of Forest Research, 15(2), pp.247-255.
- Bergqvist, J., Eriksson, A. & Fries, C. (2011). *Polytax 5/7 återväxttaxering: Resultat från 1999–2009*. Skogsstyrelsen, Swedish Forest Agency.
- Bergstedt, J. (2008) *Boreal vegetation responses to forestry as reflected in field trial and survey data and the quality of cover estimates and presence/absence in vegetation inventory*. Institutionen för fysik, kemi och biologi, Ekologi, Linköpings universitet.
- Brandel, G. (1990). *Volymfunktioner för enskilda träd. Tall, gran och björk*. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogsproduktion, Rapport 26, Garpenberg.
- Bishop, K., Allan, C., Bringmark, L., Garcia, E., Hellsten, S., Högbom, L., Johansson, K., Lomander, A., Maili, M., Munthe, J., Nilsson, M., Porvari, P., Skyllberg, U., Sorensen, R., Zetterberg, T. & Åkerblom, S. (2009). *The effects of forestry on Hg bioaccumulation in nemoral/boreal waters and recommendations for good silvicultural practice*. Ambio, 38(7), pp.372-380.

- Bäcke, J., Larsson, M., Lundmark, J.-E., & Örlander, G. (1986). *Ståndortsanpassad markberedning -teoretisk analys av några markberedningsprinciper*. Forskningsstiftelsens Skogsarbeten, Rapport 3, Spånga.
- Bylund, B (2015). *Development of a Three Headed Mechanized Planting Device for Forestry Applications*. Luleå University of Technology, Department of Engineering Sciences and Mathematics, [Examensarbete 2015],
- Charlesworth, E. Fredriksson, M. & Wilhelmsson, O. (1996). *EcoPlantern – fysiska och biologiska resultat efter första växtsäsongen*. ForeCare AB.
- Charlesworth, E. Fredriksson, M. & Wilhelmsson, O. (1999). *EcoPlantern – fysiska och biologiska resultat efter fjärde växtsäsongen*. ForeCare AB.
- Eliasson, L., Lageson, H. & Valinger, E. (2003). *Influence of sapling height and temperature on damage to advance regeneration*. Forest Ecology and Management, 175(1), pp.217–222.
- Erefur, C., Bergsten, U. & Chantal, M. (2008). *Establishment of direct seeded seedlings of Norway spruce and Scots pine: effects of stand conditions, orientation and distance with respect to shelter tree, and fertilisation*. Forest Ecology and Management, 255(3), pp.1186-1195.
- Eriksson, O. & Raunistola, T. (1990). *Impact of soil scarification on reindeer pastures*. Rangifer, 10(3), pp.99-106.
- Ersson, B.T. (2010). *Possible concepts for mechanized tree planting in southern Sweden an introductory essay on forest technology*. Institutionen för skoglig resurshushållning. Rapport 269, Umeå.
- Ersson, B.T. & Petersson, M. (2013). *Återinventering av 2010 års maskinplanteringar – 3-års uppföljning*. Skogsavdelningen. Södra Skog, Rapport S048, Växjö.
- Ersson, B. T., Jundén, L., Bergsten, U. & Servin, M. (2013). *Simulated productivity of one- and two-armed tree planting machines*. Silva Fennica, 47(2), pp.23
- Ersson, B.T. & Petersson, M. (2014). *Uppföljning av planteringsmaskinerna 2014a – färskplanteringar*. Södra Skog, Rapport S054, Växjö.
- Ersson B.T., Bergsten U. & Lindroos O. (2014a). *Reloading mechanized tree planting devices faster using a seedling tray carousel*. Silva Fennica 48(2), pp.14.

- Ersson, B. T., Jundén, L., Lindh, E. M. & Bergsten, U. (2014b). *Simulated productivity of conceptual, multi-headed tree planting devices*. International journal of forest engineering, 25(3), pp.201-213.
- Fløistad, I., Hysten, G., Hanssen, K. & Granhus, A. (2018). *Germination and seedling establishment of Norway spruce (Picea abies) after clear-cutting is affected by timing of soil carification*. New Forests, 49(2), pp.231–247.
- Frank, P. (2006). *Jämförelse mellan maskinell markberedning/plantering med EcoPlanter och manuell plantering efter konventionell harvning - - Etablering och tillväxt i tall- och granbestånd 7-9 år efter plantering i Östergötland.*, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogsskötsel, [Examensarbete 2006-1].
- Glöde, D. (2002). *Survival and Growth of Picea abies Regeneration after Shelterwood Removal with Single- and Double-grip Harvester Systems*. Scandinavian Journal of Forest Research, 17(5), pp.417–426.
- Glöde, D. & Sikström, U. (2001). *Föryngring av gran under högskärm*, Uppsala: Skogsforsk.
- Gnojek, A. (1992) *Physiological response of suppressed Norway spruce to release from overstory birch*. Department of Forest Yield Research, Series *Physiological response of suppressed Norway spruce to release from overstory birch*. Sveriges lantbruksuniversitet, Garpenberg.
- Haeussler, S., Bedford, L., Boateng, J.O. & MacKinnon, A. (1999) *Plant community responses to mechanical site preparation in northern interior British Columbia*. Canadian Journal of Forest Research, 29(7), pp.1084–1100.
- Haeussler, S., Bedford, L., Leduc, A., Bergeron, Y., & Kranabetter, J.M. (2002). *Silvicultural disturbance severity and plant communities of the southern Canadian boreal forest*. Silva Fenn, 36, pp.307–327.
- Hallsby, G. & Örlander, G. (2004). *A comparison of mounding and inverting to establish Norway spruce on podzolic soils in Sweden*. Forestry, 77(2), pp.107-117.
- Hallsby, G. (1994). *The influence of different forest organic matter on the growth of one-year old planted Norway spruce seedlings in a greenhouse experiment*. New Forests. 8(1), pp.43-60.
- Holgén, P. (1999). *Seedling Performance, Shelter Tree Increment and Recreation Values in Boreal Shelterwood Stands*. Department of Silviculture. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, Silvestria 120, Dissertation. 43 ss, Umeå.

- Holmen (2015). *Rutin för Plantinventering och plantskogskontroll*. Interndokument
- Hörnsten, L. (2000). *Outdoor recreation in Swedish forests – Implications for society and forestry*. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, Silvestria 169, Dissertation. 29 ss, Umeå
- Johansson, A. (2016). *Entreprenörers åsikter om förbättringar för mekaniserad plantering*. Sveriges lantbruksuniversitet, [Examensarbete 2016-17].
- Johansson, K., Nilsson, U. & Örlander G. (2013). *A comparison of long-term effects of scarification methods on the establishment of Norway spruce*. Forestry, 86(1), pp.91–98.
- Karlsson, M., Nilsson, U. & Örlander, G. (2002). *Natural regeneration in clear-cuts: effects of scarification, slash removal and clear-cut age*. Scandinavian Journal of Forest Research, 17(2), pp.131-138.
- Karlsson, C. & Örlander, G. (2000). *Soil scarification shortly before a rich seed fall improves seedling establishment in seed tree stands of Pinus sylvestris*. Scandinavian Journal of Forest Research, 15(2), pp.256-266.
- Kärhä, K. (2006). *Effect of undergrowth on the harvesting of first-thinning wood*. Forest studies, 45, pp.101–117
- Laine, T. (2017). *Mechanized tree planting in Finland and improving its productivity*. Finnish Society of Forest Science, Forestales 239, Dissertation 48 ss, Helsinki.
- Mattsson, S., von Hofsten, H., Hallonborg, U. & Granlund, P. (1996). *EcoPlanter – Studie av kranspetsmonterat planteringsaggregat*. SkogForsk, Rapport 339, Uppsala.
- Mattsson, S. (2002) *Effects of site preparation on stem growth and clear wood properties in boreal Pinus sylvestris and Pinus contorta*. Sveriges lantbruksuniversitet, Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, Silvestria 240.
- Mattsson S. & Bergsten, U. (2003) *Pinus contorta growth in northern Sweden as affected by soil scarification*. New Forest 26(3), pp.217–231
- McCaughey, W. & Schmidt, W. (1982). *Understory tree release following harvest cutting in spruce-fir forests of the Intermountain West*. U.S. Dept. of Agriculture. N0. 285,

- Merslaid, M. (2005). *Growth of advance regeneration of Norway spruce after clear-cutting*. Tree Physiology, 25(7), pp.793–801.
- Metslaid, M., Ilisson, T., Nikinmaa, E., Kusmin, J. & Jögiste, K. (2005b) *The recovery of advance regeneration after disturbances: acclimation of needle characteristics in Picea abies*. Scandinavian Journal of Forest Research, 20(6), pp. 112–121.
- Newmaster, S.G., Parker, W.C., Bell, F.W. & Paterson, J.M. (2007). *Effects of forest floor disturbances by mechanical site preparation on floristic diversity in a central Ontario clearcut*. Forest ecology and management, 246, pp.196–207.
- Nieuwenhuis, M. & Egan, E. (2002). *An Evaluation and Comparison of Mechanised and Manual Tree Planting on Afforestation and Reforestation Sites in Ireland*. International Journal of Forest Engineering, 13(2), pp.11-23.
- Nilsson, P., Cory, N., Fridman, J. & Kempe, G. (2012). *Skogsdata: aktuella uppgifter om de svenska skogarna från Riksskogstaxeringen. 2012, Tema: Skogsodling, skogsvård och avverkning*. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skoglig resurshushållning, Umeå.
- Nilsson, U., Lauronen, J., Kolström, T., Örlander, G. & Puttonen, P. (2010). *Reforestation with planting in northern Europe*. Scandinavian Journal of Forest Research, 25(4), pp. 283-294.
- Näslund, M. & Hagberg, E. (1950). *Skogsforskningsinstitutets större tabeller för kubering av stående träd. Tall, gran och björk i södra Sverige*. Statens Skogsforskningsinstitut, Stockholm.
- Prévost, M. (1997) *Effects of scarification on seedbed coverage and natural regeneration after a group seed-tree cutting in a black spruce (Picea mariana) stand*. Forest Ecology and Management, 94(1-3), pp.219–231.
- Porvari, P., Verta, Munthe, J. & Haapanen, M. (2003) *Forestry Practices Increase Mercury and Methyl Mercury Output from Boreal Forest Catchments*. Environmental science & technology, 37(11), pp. 2389-2393.
- Rantala, J., Harstela, P., Saarinen, V-M. & Tervo, L. (2009) *A techno-economic evaluation of Bracke and M-Planter tree planting devices*. Silva Fennica 43(4), pp.659–667.
- Roturier, S. (2010). *Markberedning på vinterbetesland - Hur ska renlaven skötas?* Sveriges lantbruksuniversitet, Fakta Skog nr 6, Uppsala.

- Saksa, T. (2016) *Natural resources and bioeconomy studies 8/2016 Proceedings of the OSCAR Workshop: Mechanized and efficient silviculture*. Natural resources and bioeconomy studies No. 8
- Saksa, T., Heiskanen, J., Miina, J., Tuomola, J. & Kolström, T. (2005). *Multilevel modelling of height growth in young Norway spruce plantations in southern Finland*. *Silva Fennica* 39(1), pp.143–153.
- Sundkvist, H. (1994). *Extent and causes of mortality in Pinus sylvestris advance growth in northern Sweden following overstorey removal*. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 9(2), pp.158–164.
- Sundkvist, H. (1993). *Forest regeneration potential of Scots pine advance growth in northern Sweden*. Department of Silviculture. Umeå, Swedish University of Agricultural Sciences.
- Söderström, V., Jonsson, C. & Byfalk, R. (1979). *Optimal fläckstorlek vid markberedning för plantering – ett principförsök*. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogsskötsel, Rapport 2, Umeå.
- Sönsteby, F. & Kohmann, K. (2003). *Försök med maskinell plantering på östlandet – Projektet ”maskinell plantering” (PMP)*. SkogForsk, Rapport 3, Norge.
- Södra (2016a). *Södras röjningsstandard för PEFC-certifierade entreprenörer 2016*. Intern broschyr
- Södra (2016b). *Södras plantuppföljning*. Intern broschyr
- Thor, M. & Thorsén, Å. (2014) *Effektivt skogsbruk – ett långsiktigt miljöarbete*. Skogforsk. Uppsala Science Park
- Uotila, K., Rantala, J., Saksa, T. & Harstela, P. (2010) *Effect of soil preparation method on economic result of Norway spruce regeneration chain*. *Silva Fennica*, 44(3), pp.511–524.
- Åhlund, J. (1995). *Mekaniserad plantering med Eco-Planter – en prestationsstudie samt systemjämförelse med Silva Nova och manuell plantering*. Sveriges lantbruksuniversitet, [Examensarbete 1995-29].
- Örlander, G. & Karlsson, C. (2000). *Influence of Shelterwood Density on Survival and Height Increment of Picea abies Advance Growth*. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 15(1), pp.20–29.

- Örlander, G., Hallsby, G., Gemmel, P. & Wilhelmsson, C. (1998). *Inverting improves establishment of Pinus contorta and Picea abies 10-year results from a site preparation trial in northern Sweden*. Scandinavian Journal of Forest Research, 13(1-4), pp.160-168.
- Örlander, G., Gemmel, P. & Wilhelmsson, C. (1991). *Effects of scarification, planting depth and planting position on seedling establishment in a low humidity area in southern Sweden*. Sveriges lantbruksuniversitet, Rapport 33.
- Örlander, G., Gemmel, P. & Hunt, J. (1990). *Site preparation: a Swedish overview*. Victoria, B.C.: Forestry Canada.

Elektroniska källor

- Allbolag (2018). *Bracke Forest AB Nyckeltal*. Tillgänglig: <https://www.allbolag.se/5560827601/bokslut> [2018-04-17]
- FSC (2010). *Svensk skogsbruksstandard enligt FSC med SLIMF-indikatorer*. Tillgänglig: <https://se.fsc.org/preview.svensk-skogsbruksstandard-fsc.a-771.pdf> [2018-04-30]
- Land Skogsbruk (2018). *Kritik mot markberedning – nu kommer kontroller* Tillgänglig: <http://www.landskogsbruk.se/skog/kritik-mot-markberedning-nu-kommer-kontroller/> [2018-04-30]
- Lantmäteriet (2018). *Sverigekarta – modifierad*. Tillgänglig: http://www.lantmateriet.se/globalassets/kartor-och-geografisk-information/oppna-data/sverigekarta_lansindelad.pdf [2018-05-19]
- Minitab (2016). *Minitab 17 – Getting Started with Minitab 17*. Tillgänglig: <https://www.minitab.com/uploadedFiles/Documents/getting-started/> [2018-02-24]
- Nordlander G., Örlander G., Peterson M. & Hellqvist C. (2008). *Skogsskötselåtgärder mot snytbagge*. Version 1.3. Webbhandbok. Tillgänglig: [2018-04-30] http://snytbagge.slu.se/attachment/snytbaggehandbok_v1_3.pdf
- Riksskogstaxeringen (2018). SLU. *Ej publicerade data*. Inst f. skoglig resurshushållning Sveriges Lantbruksuniversitet, Umeå <http://www.slu.se/riksskogstaxeringen>
- SCB (2018). *Prisomräknaren*. Tillgänglig: <http://www.scb.se/hitta-statistik/sverige-i-siffror/prisomraknaren/> [2018-04-17]

- Skogforsk (2016a). Hajek, J., Friberg, G., Sundblad, L-G., Sikström, U., Gålnander, H., Hjelm, K. *Beståndsanläggningskedjan – Kunskapsunderlag för utveckling av strategier*. Arbetsrapport 970-2018 Tillgänglig: <https://www.skogforsk.se/contentassets/460adad54569453e85f06e9aba362e2c/arbetsrapport-970-2018.pdf> [2018-02-24]
- Skogforsk (2016b). *Skogsbrukets kostnader och intäkter 2016* Tillgänglig: <https://www.skogforsk.se/kunskap/kunskapsbanken/2017/skogsbrukets-kostnader-och-intakter-2016/> [2018-05-2]
- Skogskunskap (2017). *Markberedning*. Tillgänglig: <http://www.skogskunskap.se/skota-barrskog/foryngra/planera-och-forbered-foryngringen/markberedning/> [2017-08-25].
- Skogskunskap (2016a). *Kunskap Direkt Röjning – utskrifter*. Tillgänglig: https://www.skogskunskap.se/contentassets/d7f8c00573ef4f71b395aa132a8298d8/kunskap_direkt_rojning_original.pdf [2018-05-01]
- Skogskunskap (2016b). *Kunskap Direkt Skogsbränsle – utskrifter*. Tillgänglig: https://www.skogskunskap.se/contentassets/d7f8c00573ef4f71b395aa132a8298d8/kunskap_direkt_skogsbransle_original.pdf [2018-05-02].
- Skogsvårdslagen (2010). *Skogsvårdslag (1979:429)*. Tillgänglig: https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/skogsvardslag-1979429_sfs-1979-429 [2018-04-17]
- Skogsstyrelsen (2017). *Skogsskötselserien - SKOGSSKÖTSEL FÖR FRILUFTSLIV OCH REKREATION*. Tillgänglig: <https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/mer-om-skog/skogsskotselserien/skogsskotselserien-15-skogsskotsel-for-friluftsliv-och-rekreation.pdf> [2017-08-25].
- Skogsstyrelsen (2018). *Hyggesrensning*. Tillgänglig: <https://www.skogsstyrelsen.se/bruka-skog/ny-skog-efter-avverkning/hyggesrensning/> [2018-05-02]
- Skogssverige (2018). G¹⁵. Tillgänglig: <https://www.skogssverige.se/vad-ar-g-15-timme> [2018-09-04]
- Skogssällskapet (2018). *Kalkyler beståndsanläggningskedjor*. Tillgänglig: <https://www.skogssallskapet.se/download/18.706b03641584ebf5394229f3/1478869703062/1314-129%20165-9%20Bilaga%203%20Kalkyler.pdf> [2018-04-17]

Södra (2018). *Plantprislista*. Tillgänglig: <https://www.sodra.com/globalassets/skog/tjanster/plantprislista-2018.pdf> [2018-04-17]

Personlig kommunikation

Östman, Per. (2017). *Verksamhetsutvecklare fjärranalys och skogliga data*. Holmen skog AB. *Beståndsdata* [2017-05-23].

Bilagor

Bestandslista tall

Behandling	Par	Bestnr.	Planterings år	Röjnings år	Hektar	S:I	G	Y	L	Vegtyp	Jordart
EP	3	650149-0837	-96	-07	13,5	T20	2	2	1	33	23
Harv	3	650150-6502	-96	-08	2,6	T22	2	2	1	33	13
EP	4	650148-6337	-96	-10	7,7	T22	3	2	1	33	14
Harv	4	651151-7435	-96	-08	3,8	T22	2	3	1	34	12
EP	5	650148-6047	-96	-07 & -10	4,7	T24	3	3	1	41	13
Harv	5	650148-4143	-96	-09	12,8	T24	3	2	1	34	12
EP	7	651150-4839	-96	-05 & -08	15,5	T25	3	2	1	34	12
Harv	7	651151-8395	-96	-09	3,5	T25	2	2	2	34	13

Bestandslista gran

Behandling	Par	Bestnr.	Planterings år	Röjnings år	Hektar	S:I	G	Y	L	Vegtyp	Jordart
EP	8	651146-3154	-97	-09	5	G28	3	2	1	34	13
Harv	8	652150-5420	-97	-10	9,1	G28	2	3	1	34	12
EP	10	649149-9233	-97	-08	2,4	G29	3	3	1	42	14
Harv	10	651149-7254	-97	-08	3,2	G29	2	3	1	42	12
EP	11	650153-9854	-97	-07 & -12	6,5	G29	3	3	1	34	14
Harv	11	651151-0525	-97	-09	2,6	G29	2	2	1	41	13
EP	14	651150-9674	-97	-08	6,6	G28	2	3	1	34	12
Harv	14	650148-3346	-97	-07 & -10	5,3	G29	3	3	1	41	13